



SKRIPSI - ME 141501

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL* PADA *REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)*

MUHAMMAD MISHBAHUL MUNIR
NRP 4212 100 070

Dosen Pembimbing
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.T., Ph.D.
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



SKRIPSI - ME 141501

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL* PADA *REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)*

MUHAMMAD MISHBAHUL MUNIR
NRP 4212 100 070

Dosen Pembimbing
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.T., Ph.D.
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

--Halaman ini sengaja dikosongkan--



FINAL PROJECT - ME 141501

**DESIGN OF AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM
CONTROL ON REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)**

**MUHAMMAD MISHBAHUL MUNIR
NRP 4212 100 070**

Advisor

**Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.T., Ph.D.
Juniarko Prananda, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA**

2016

--Halaman ini sengaja dikosongkan--

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

Pada laporan skripsi yang saya susun ini tidak terdapat tindakan plagiarisme, dan menyatakan dengan sukarela bahwa semua data, konsep, rancangan, bahan tulisan, dan materi yang ada di laporan tersebut adalah milik Laboratorium Marine Machinery and System (MMS) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS yang merupakan hasil studi penelitian dan berhak dipergunakan untuk pelaksanaan kegiatan-kegiatan penelitian lanjut dan pengembangannya.

Nama : Muhammad Mishbahul Munir

NRP : 4212100070

Judul Skripsi : Rancang Bangun *Automatic Ballasting System Control* pada *Remotely Operated Vehicle (ROV)*.

Jurusan : Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diberikan oleh ITS sesuai ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 25 Juli 2015

Muhammad Mishbahul Munir

--Halaman ini sengaja dikosongkan--

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL PADA REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muhammad Mishbahul Munir
NRP : 4212 100 070

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19751006 200212 1 003
2. Juniarko Prananda, ST., MT.
NIP. 19900605 201509 1 001



SURABAYA
JULI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL PADA REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

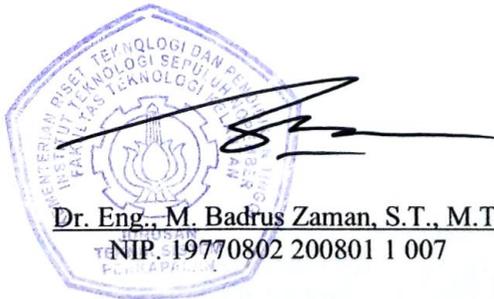
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Mishbahul Munir
NRP : 4212 100 070

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng., M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 19770802 200801 1 007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RANCANG BANGUN AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL PADA REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)

Nama Mahasiswa : Muhammad Mishbahul Munir
NRP : 4212 100 070
Jurusan/Fakultas : Teknik Sistem Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Sutopo Purwono Fitri, S.T.,M.Eng.,Ph.D
2.Juniarko Prananda, S.T.,M.T.

ABSTRAK

Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah salah satu jenis dari *unmanned underwater vehicle* yang pengoperasiannya menggunakan kontrol dan dioperasikan oleh operator di atas air. ROV ini menggunakan sistem ballas tipe kompresor dengan memanfaatkan udara bertekanan untuk *surfacing* sedangkan untuk *diving* ROV ini menggunakan beratnya. Banyak ROV menggunakan tipe *piston tank* dan *thruster* untuk sistem ballasnya dan masih sedikit yang mempunyai sistem kontrol otomatis. *Prototype* ini menggunakan kompresor mini 12V DC , kantong udara yang berukuran 220 mm x 120 mm x 40 mm dengan tekanan maksimal 1 bar, selenoid valve 5V DC, mikrokontroler arduino uno dan sensor tekanan MPX 5700AP. Penggunaan akrilik sebagai body ROV tidak efektif karena harus melewati banyak proses seperti penggambaran desain, *cutting*, perakitan menggunakan lem serta pengaturan kededapan yang rumit. *Prototype* ini mampu melakukan *automatic ballasting system control* pada proses *diving* maupun *surfacing* dengan nilai *error* berturut-turut adalah 5.2% dan 6.5% serta dapat menempuh titik terjauh pada proses *diving* maupun *surfacing* berturut-turut adalah 11.2 s dan 14.1 s.

Kata kunci: *Remotely Operated Vehicle (ROV)*, *Ballast system*, *Automatic Control System*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RANCANG BANGUN AUTOMATIC BALLASTING SYSTEM CONTROL PADA REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)

Nama Mahasiswa : Muhammad Mishbahul Munir
NRP : 4212 100 070
Jurusan/Fakultas : Teknik Sistem Perkapalan / Teknologi
Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Sutopo Purwono Fitri, S.T.,M.Eng.,Ph.D
2. Juniarko Prananda, S.T.,M.T.

ABSTRACT

Remotely Operated Vehicle (ROV) is one of kind of unmanned underwater vehicle that the operation uses the control and is operated by the operator on the water. This ROV system uses compressor type ballast compressed air to surfacing, while for diving, this ROV uses the weight. During this time, most ROV in the world uses a piston type tanks and thrusters for the ballast system and still few off all of them that have automatic control system. This prototype uses 12V DC mini compressor, air bag measuring 220 mm x 120 mm x 40 mm with a maximum pressure of 1 bar, the solenoid valve 5V DC, microcontroller arduino uno and pressure sensor MPX 5700AP. he use of acrylic as body ROV ineffective because it must go through many processes such as depictions of design , cutting , assembly using glue and impermeable elaborate arrangements . This prototype is able to perform automatic ballasting system control in the process of diving and surfacing with error values are respectively 5.2 % and 6.5 % , and can travel the farthest point in the process of diving and surfacing in a row is 11.2 s and 14.1 s .

Keywords: Remotely Operated Vehicle (ROV), Ballast system, Automatic Control System.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sampai penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Automatic Ballasting System Control* Pada *Remotely Operated Vehicle (ROV)*”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program sarjana strata 1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat jasmani dan rohani kepada penulis dan kekuatan hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua penulis, Bapak Sukatno Wijoyo dan Ibu Siti Khayatin yang selalu mendo'akan, memberi dukungan dan semangat.
3. Bapak Sutopo Purwono Fitri, ST, M.Eng, Ph.D dan Bapak Juniarko Prananda, ST, MT selaku dosen pembimbing yang memberi ilmu dan mengarahkan skripsi penulis hingga selesai.
4. Bapak Dr. Eng M Badruz Zaman, S.T., M.T selaku ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
5. Bapak AAB Dinariyana SP. S.T., M.ES., Ph.D selaku dosen wali penulis yang telah menjadi orang tua kedua yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah mengajarkan dan membimbing ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
7. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. yang selalu memberikan semangat, doa dan kasih sayang kepada penulis.

8. Yayasan Karya Salemba Empat yang telah memberikan beasiswa tugas akhir kepada penulis.
9. Seluruh teman-teman yang mengambil skripsi di laboratorium Marine Machinery and System, rekan-rekan satu angkatan BISMARCK'12 yang selalu memberi dukungan, serta rekan-rekan Paguyuban Karya Salemba Empat ITS yang selalu memberi dukungan.
10. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran sangat dibutuhkan untuk memperbaiki penyusunan skripsi ini. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca umumnya dan rekan-rekan mahasiswa khususnya.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Robot Bawah Air	5
2.1.1 Remotely Operated Vehicle (ROV)	6
2.1.2 Sejarah ROV	8
2.1.3 Klasifikasi ROV	9

2.2	Hukum Archimedes	11
2.2.1	Tenggelam	12
2.2.2	Melayang	13
2.2.3	Terapung	14
2.3	Sistem Ballas	15
2.4	Mikrokontroler	19
2.4.1	Arduino Uno	20
2.4.2	Perangkat Lunak (Arduino IDE)	25
2.4.3	Bahasa Pemrograman	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1	Studi Literatur	37
3.2	Perancangan	37
3.3	Persetujuan Desain	38
3.4	Pengadaan Alat dan Bahan	38
3.5	Perakitan	39
3.6	Percobaan	39
3.7	Validasi Percobaan	40
3.8	Pembuatan Laporan	40
3.9	Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN		43
4.1	Peralatan dan Bahan	43
4.2	Perancangan <i>Ballast System Remotely Operated Vehicle</i> (ROV)	53
4.2.1	Tahap Desain	53

4.2.2	Tahap Perakitan.....	56
4.3	Perancangan <i>Automatic Ballasting System Control</i>	58
4.3.1	Tahap Desain.....	58
4.3.2	Tahap Perakitan.....	61
BAB V	ANALISA DAN PEMBAHASAN	63
5.1	Pengujian Arduino Uno	63
5.2	Pengujian Sensor Tekanan MPX 5700AP.....	64
5.3	Pengujian Kompresor dan Selenoid Valve.....	66
5.4	Pengujian Ketidakpastian ROV.....	66
5.4.1	Pengujian Kecedapan ROV	66
5.4.2	Pengujian Automatic Ballasting Control System pada ROV	67
BAB VI	KESIMPULAN.....	71
6.1	Kesimpulan.....	71
6.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....		77
BIODATA PENULIS	89

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tabel Spesifikasi Arduino Uno.....	22
Tabel IV.1 Karakteristik operasi MPX 5700	48
Tabel IV.2 Dimensi utama ROV	53
Tabel V.1 Data hasil pengujian sensor tekanan MPX 5700AP...	65
Tabel V.2 Hasil pengujian kompresor dan <i>solenoid valve</i>	66
Tabel V.3 Tabel hasil uji kekedapan body ROV	67
Tabel V.5 Hasil Pengujian Keadaan 1	68
Tabel V.6 Hasil Pengujian Keadaan 2.....	68

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Automatic Underwater Vehicle (AUV).....	5
Gambar II.2 Remotely Operated Vehicle (ROV)	6
Gambar II.3 Komponen dasar sistem ROV	7
Gambar II.4 Komponen ROV	7
Gambar II.5 ROV CURV.....	8
Gambar II.6 ROV SNOOPY	9
Gambar II.7 Berbagai jenis ROV	10
Gambar II.8 Buoyancy	11
Gambar II.9 Berat benda > Gaya apung	13
Gambar II.10 Berat benda = Gaya apung	13
Gambar II.11 Berat benda < Gaya apung	14
Gambar II.12 Gerak vertikal bouyancy	15
Gambar II.13 Menyelam secara dinamik.....	16
Gambar II.14 Menyelam secara static dengan bantuan sistem ballast	16
Gambar II.15 Sistem Ballas dengan piston tank	17
Gambar II.16 Air Compression Ballast System.....	18
Gambar II.17 Salah satu mikrokontroler Arduino	20
Gambar II.18 Skema Arduino Uno.....	21
Gambar II.19 Tampilan tampak depan dan belakang voard Arduino	21
Gambar II.20 Arsitektur arduino uno	22
Gambar II.21 Bagian-bagian Arduino Uno	25
Gambar II.22 Tampilan Framework Arduino IDE	26
Gambar III.1 Diagram perancangan pengerjaan ROV.....	38
Gambar III.2 Diagram perakitan pengerjaan ROV	39
Gambar III.3 Diagram alir pengujian ROV	40
Gambar III.4 Diagram alir penelitian	42
Gambar IV.1 Akrilik	43
Gambar IV.2 Kompresor 12V DC.....	44
Gambar IV.3 Selenoid valve	45

Gambar IV.4 Kantong udara yang sudah terpasang dalam tanki ballas	45
Gambar IV.5 Pipa udara.....	46
Gambar IV.6 T dan Y fitting.....	46
Gambar IV.7 MPX 5700 AP.....	47
Gambar IV.8 Skema sensor MPX 5700AP	47
Gambar IV.9. Printed Circuit Board (PCB).....	49
Gambar IV.10 Liquid Cristal Display	49
Gambar IV.11 Regulator 7805 dan pinout diagram.....	50
Gambar IV.12 Heatsink yang sudah terpasang di regulator.....	50
Gambar IV.13 Kapasitor	51
Gambar IV.14 Transistor BD139	51
Gambar IV.15 Relay 5V.....	52
Gambar IV.16 Saklar 6 kaki.....	52
Gambar IV.17 Desain 2D ROV tampak atas dan tampak samping	54
Gambar IV.18 Desain 3D ROV.....	54
Gambar IV.19 Skema sistem ballas dengan kompresor.....	56
Gambar IV.20 Realisasi tanki ballas	56
Gambar IV.21 Tampak atas realisasi ROV	57
Gambar IV.22 Realisasi ROV lengkap dengan <i>automatic control system</i> di dalamnya	57
Gambar IV.23 Blok diagram sistem kontrol.....	58
Gambar IV.24 Desain <i>board control system</i> tampak bawah.....	59
Gambar IV.25 Desain board control system tampak atas beserta penamaan komponen elektroniknya	59
Gambar IV.26 Desain jalur board control system-sensor-LCD ..	60
Gambar IV.27 Realisasi rangkaian automatic control system tampak atas.....	62
Gambar IV.28 Realisasi rangkaian automatic control system tampak bawah	62
Gambar V.1 Pengujian fungsi Arduino Uno	63

Gambar V.2 Rangkaian <i>automatic control system</i> pada pengujian sensor MPX 5700AP	65
Gambar V.3 Pengujian Kekedapan ROV	67
Gambar V.4 Grafik tekanan – posisi akhir	69
Gambar V.5 Grafik waktu – posisi akhir.....	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data sheet sensor tekanan MPX 5700 AP	87
Lampiran 2. Skema <i>Automatic Control System board</i>	94
Lampiran 3. Pemrograman <i>Automatic Control System</i>	95

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin pesat dan teknologi – teknologi baru banyak bermunculan seperti halnya robot yang telah diciptakan dengan tujuan–tujuan tertentu mulai dari yang sederhana sampai yang paling rumit, yang hanya bisa melakukan satu fungsi maupun yang multifungsi. Robot adalah peralatan elektro–mekanik atau biomekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan yang otonomi maupun gerakan berdasarkan gerakan yang diperintahkan (Halim, 2007). Bahkan dalam fungsinya robot bisa saja menggantikan fungsi manusia, hal ini terlihat pada robot – robot yang diterapkan dalam berbagai bidang seperti industri, kesehatan (*health*), pertahanan (*defense*), pertanian (*agriculture*), penelitian (*research*), dan lain–lain. Ada beberapa tipe robot, yang secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok yakni robot manipulator dan robot mobil (*mobile robot*). Robot manipulator dicirikan dengan memiliki lengan (*arm robot*), dan banyak digunakan untuk robot industri. Sedangkan robot mobil merupakan robot yang dapat bergerak berpindah tempat, meskipun nantinya robot tersebut juga dipasang manipulator. Robot mobil dapat dikelompokkan lagi menjadi tiga yaitu robot daratan (*ground robot*), robot air (*underwater robot*), dan robot terbang (*aerial robot*). Ketiga jenis robot ini sangat banyak dikembangkan pada saat sekarang ini karena melihat sifatnya yang sangat fungsional (Gitakarma, 2014).

Namun, untuk perkembangan teknologi robot bawah air kurang mendapat perhatian. Banyak kegiatan–kegiatan *underwater* yang dilakukan dengan cara konvensional seperti pengamatan bawah laut, pemantauan keretakan bendungan, survey terhadap sumber daya alam bawah air, pencarian korban bencana alam atau kapal tenggelam serta masih banyak lagi. Pengamatan *underwater* memiliki beberapa resiko yaitu adanya area– area yang sulit dijangkau manusia, perairan yang terkena limbah beracun, terbatasnya oksigen, terjadinya tekanan

hidrostatik pada tubuh penyelam, serta resiko serangan hewan buas dan lain sebagainya. Oleh karena itu, robot yang mampu bergerak bebas di dalam air sangat dibutuhkan untuk membantu tugas manusia. Menurut *Committee on Undersea Vehicles and National* secara umum *undersea vehicles* terdiri atas *vehicles* yang dapat dikendarai manusia atau istilah pengganti yang digunakan oleh *Committee* sebagai “*manned*”, dan *vehicles* kosong atau tanpa awak dengan istilah pengganti “*unmanned*” (Mooney, Jr., et al., 1996:viii). Secara luas *undersea vehicles* terdiri atas *deep submersible vehicles* (DSV) yang mana DSV ini termasuk pada golongan “*manned*” Untuk *vehicles* “*unmanned*” sendiri terdiri atas *Remotely Operated Vehicles* atau disingkat ROV dan *Autonomous Underwater Vehicles* atau disingkat AUV (Mooney, et al., 1996:viii).

Belum banyak pengembangan ROV di Indonesia. Hal ini sangat ironis dengan kondisi geografis Indonesia yang memiliki wilayah perairan yang lebih besar yaitu 2/3 dibandingkan luas wilayah daratannya yang hanya 1/3 nya saja. Selain itu keterbatasan kemampuan manusia untuk memetakan potensi bawah laut di Indonesia terutama untuk kawasan laut dalam yang belum terjamah dan untuk menggali potensi ini diperlukan perangkat pendukung yang mampu membantu proses eksplorasi tersebut diperlukan alat yang mampu bergerak bebas di dalam air, aman dan efisien. Salah satu kunci pada ROV adalah sistem ballasnya, dimana sistem ini menentukan proses menyelam dan mengapungnya suatu ROV dan tentunya juga menentukan keseimbangan dari ROV serta mempertahankan posisi ROV ketika menyelam.

Pada umumnya *Remotely Operated Vehicle* (ROV) harus memiliki beberapa fitur antara lain *propulsion system* yang berfungsi sebagai penggerak ROV, *ballasting system* yang berfungsi untuk menyelam dan kembali ke permukaan, *lighting system and camera* yang berfungsi untuk merekam segala sesuatu yang ada dibawah permukaan air, sensor yang berfungsi sebagai pengukuran suatu variabel dan lain sebagainya. Untuk

ballasting system sendiri ada beberapa tipe yang diaplikasikan hingga saat ini yaitu dengan *piston tank*, pompa hidrolis, kompresor dan propeler sebagai *lifther*. Dari ke empat tipe tersebut tipe *piston tank* dan propeler sebagai *lifther* yang paling banyak digunakan. Oleh karena itu penulis mencoba menggunakan tipe kompresor sebagai *ballasting system* pada tugas akhir ini. Untuk saat ini juga belum banyak penelitian-penelitian yang membahas tentang *automatic ballasting system control* pada ROV dengan menggunakan tipe kompresor sebagai sistem ballasnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas didapatkan hipotesa sebagai berikut :

1. Bagaimanakah *ballasting system* dengan menggunakan kompresor pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV) yang baik?
2. Bagaimanakah *automatic ballasting system control* untuk sistem ballas dengan menggunakan kompresor pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV)?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah di atas dapat dibuat suatu batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini. Berikut merupakan batasan – batasan masalah yang dimaksud :

1. *Underwater vehicle* yang digunakan adalah jenis *Remotely Operated Vehicle* (ROV) yang menggunakan sistem ballas dengan kompresor dengan media udara.
2. Sistem propulsi, *lighting* dan kamera diabaikan.
3. Pengujian ROV dilakukan pada kolam yang tenang dan memiliki kedalaman 1 m

1.4 Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot Bawah Air

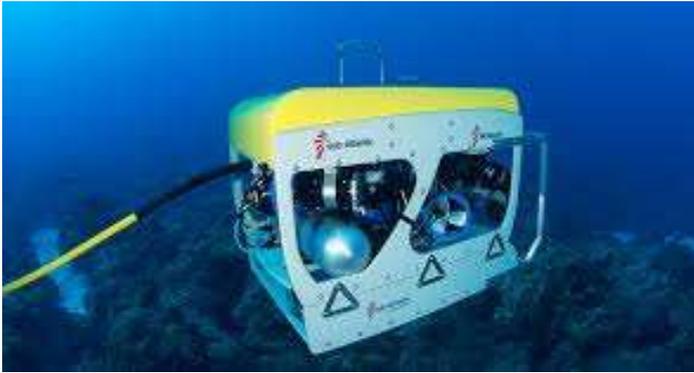
Robot bawah air adalah salah satu tipe robot mobile yang aplikasinya ditujukan untuk melakukan kegiatan di bawah air. Secara umum robot bawah air di kelompokkan atas dua jenis yaitu AUV (Autonomous Underwater Vehicle) dan ROV (Remotely Operated Vehicle). AUV adalah jenis robot bawah air yang bersifat autonomous (otomatis), robot dapat bergerak dan melakukan kegiatan sendiri, berdasarkan program yang telah ditanamkan di dalam chip-nya. Hal ini ditunjang dengan dukungan dari sensor-sensor yang disertakan pada robot tersebut. Sedangkan ROV adalah robot bawah air yang dikendalikan oleh operator dan didukung oleh perangkat kendali (remote control) dalam pengoperasiannya (Gitakarma, 2014). Baik AUV maupun ROV sendiri memiliki tujuan yang sama, yaitu mengeksplorasi bawah laut. Namun untuk ROV sendiri memiliki tujuan yang lebih luas tergantung modifikasi dan penambahan instrumen pada ROV, misalnya untuk melakukan pengelasan bawah air, untuk mengambil sampel karang, dan lain sebagainya



Gambar II.1 Automatic Underwater Vehicle (AUV)

Sumber: www.intoceansys.co.uk

2.1.1 Remotely Operated Vehicle (ROV)

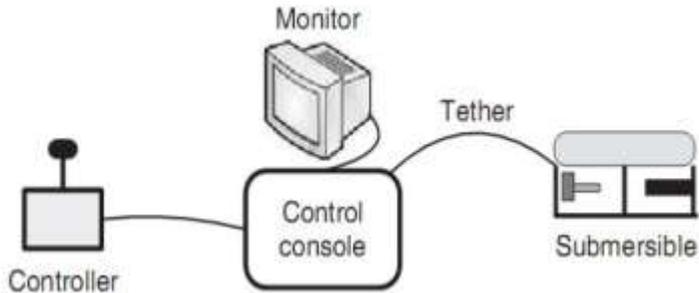


Gambar II.2 Remotely Operated Vehicle (ROV)

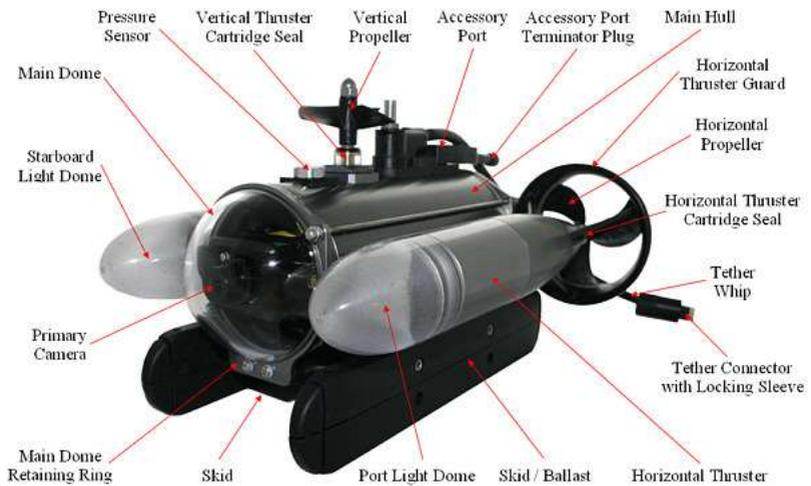
Sumber: oceanservice.noaa.gov

ROV (*Remotely Operated Vehicle*) merupakan robot bawah air yang memiliki fungsi tertentu. Dalam pengoperasiannya ROV dapat dikendalikan oleh operator karena didukung oleh perangkat kendali (*remote control*). Definisi lain disampaikan oleh Christ dan Wernli (2007) dimana ROV adalah kamera yang dipasang dalam wadah tahan air, dengan pendorong untuk bermanuver, yang melekat pada kabel ke permukaan dimana ada operator yang mengirimkan sinyal ke ROV melalui *remote control*. Sedangkan menurut Hoong (2010) ROV adalah wahana bawah air yang bertenaga listrik dan dikontrol melalui pusat, dapat bermanuver sesuai perintah manusia dengan pendorong (*thruster*) hidrolis atau elektrik.

Biasanya ROV memiliki beberapa komponen seperti motor dan propeller yang bertujuan untuk menggerakkan ROV maju mundur (*thrust*) maupun ke atas bawah (*lift*), kamera yang berfungsi mengambil gambar, sensor dan peralatan sistem kontrol yang bertujuan untuk mengontrol ROV, dan komponen yang lain.

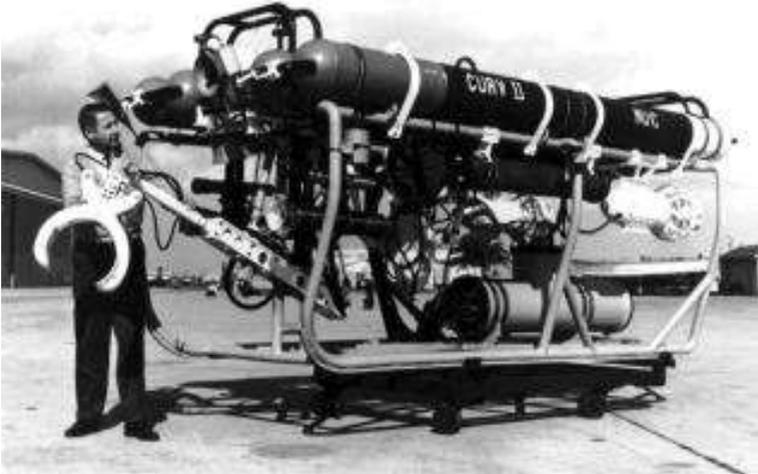


Gambar II.3 Komponen dasar sistem ROV
Sumber: Kusuma, 2012



Gambar II.4 Komponen ROV
Sumber: www.vidoray.com

2.1.2 Sejarah ROV



Gambar II.5 ROV CURV

Sumber: www.ebah.com.

Remotely Operated Vehicle (ROV) pertama kali dibuat oleh Dimitri Rebikoff dengan nama POODLE dalam *Marine Technology Society* pada tahun 1953. Teknologi ROV ini mulai dikembangkan sejak tahun 1960-an oleh Angkatan Laut Amerika Serikat dengan tujuan awal untuk operasi penyelamatan dan pengambilan obyek di dasar laut. Angkatan Laut Amerika Serikat membuat ROV dengan nama *Cable-Controlled Underwater Research Vehicle* (CURV) yang ditunjukkan oleh gambar II.5. ROV ini digunakan untuk mengambil bom dan torpedo yang hilang di dasar laut. Kemudian Angkatan Laut AS membuat *Pontoon Implantation Vehicle* (PIV) dan SNOOPY yang ditunjukkan oleh gambar II.6. SNOOPY ini merupakan wahan pertama yang dapat dibawa kemana-mana (Kusuma, 2012).



Gambar II.6 ROV SNOOPY
Sumber: <http://www.ebah.com>.

Pada tahun 1974, lebih dari 20 ROV diciptakan. Pada tahun itu dapat dikatakan perkembangan ROV telah mencapai tahap pendewasaan. Setelah itu, perkembangan ROV semakin pesat, Perkembangan ini sangat dipengaruhi oleh kebutuhan industri lepas pantai. Kebutuhan akan keselamatan kerja menyebabkan perusahaan menggantikan fungsi penyelam dengan menggunakan ROV. Pada tahun 1990-an, diperkirakan ada lebih dari 100 perusahaan pembuat ROV dan lebih dari 100 operator menggunakan 3000 macam ROV yang berbeda ukuran dan kemampuannya (Christ dan Wernli, 2007).

2.1.3 Klasifikasi ROV

Ada beberapa jenis ROV yang telah dikembangkan di dunia (gambar II.7) . Beberapa ahli telah mengklasifikasikan ROV menjadi beberapa kelompok. Christ dan Wernli (2007) mengklasifikasikan sistem ROV menjadi 3 kategori dasar yaitu:

a. *Observation Class* (Kelas Observasi)

ROV kelas observasi didesain secara khusus untuk penggunaan yang ringan dengan sistem propulsi untuk membawa paket kamera dan sensor ke tempat yang dapat diambil gambar atau data yang berguna. ROV kelas observasi yang terbaru memiliki kemampuan yang lebih dari hanya sekedar melihat. Penambahan peralatan dan instrumen di dalam ROV memungkinkan wahan ini melakukan kegiatan sebagai wahan air yang memiliki fungsi penuh.

b. *Work Class* (Kelas Pekerja)

Sistem ROV ini secara umum memiliki bingkai yang besar (ukuran dalam meter) dengan multifungsi manipulator, propulsi hidrolik, dan peralatan berat yang digunakan untuk proyek konstruksi bawah air.

c. *Special Use* (Fungsi Khusus)

Special use (Fungsi Khusus). Sistem ROV ini menggambarkan wahana bawah air yang didesain untuk tujuan khusus. Contoh wahana ini adalah ROV 5 yang digunakan untuk membenamkan kabel didasar laut. ROV didesain untuk mengeruk dasar laut agar dapat membenamkan kabel telekomunikasi.



Gambar II.7 Berbagai jenis ROV

Sumber: Kusuma, 2012

2.2 Hukum Archimedes

Hukum Archimedes menyatakan bahwa sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya. Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida fluida yang dipindahkan (Chandra, 2012). Besarnya gaya ke atas menurut Hukum Archimedes ditulis dalam persamaan :

$$F_a = \rho V g$$

Keterangan :

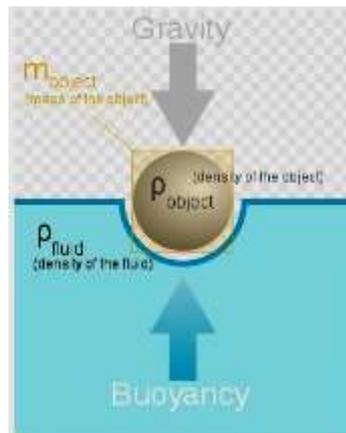
F_a = gaya ke atas (N)

V = volume benda yang tercelup (m^3)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (N/kg) (Chandra, 2012)

Gambar II.8 ini adalah gaya yang terjadi pada wahana bawah air tanpa awak



Gambar II.8 Buoyancy
Sumber: Chandra, 2012

Hukum ini juga bukan suatu hukum fundamental karena dapat diturunkan dari hukum *newton* juga.

- Bila gaya archimedes sama dengan gaya berat W maka resultan gaya = 0 dan benda melayang
- Bila $F_A > W$ maka benda akan terdorong keatas akan melayang
- Bila $F_A < W$ maka benda akan terdorong kebawah dan tenggelam

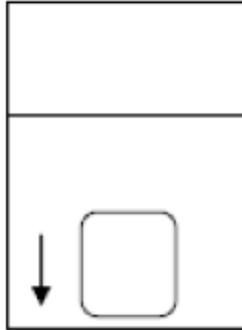
Jika massa jenis fluida lebih besar daripada massa jenis balok maka agar balok berada dalam keadaan terapung, volume zat cair yang dipindahkan harus lebih kecil dari pada volume balok. Artinya tidak seluruhnya berada terendam dalam cairan dengan perkataan lain benda mengapung. Agar benda melayang maka volume zat cair yang dipindahkan harus sama dengan volume balok dan rapat massa cairan sama dengan rapat massa benda. Jika rapat massa benda lebih besar daripada rapat massa fluida, maka benda akan mengalami gaya total ke bawah yang tidak sama dengan nol. Artinya benda akan jatuh tenggelam. Berdasarkan Hukum Archimedes, sebuah benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mengalami dua gaya, yaitu gaya gravitasi atau gaya berat (W) dan gaya ke atas (F_a) dari zat cair itu. Dalam hal ini ada tiga peristiwa yang berkaitan dengan besarnya kedua gaya tersebut yaitu seperti berikut (Chandra, 2012).

2.2.1 Tenggelam

Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan tenggelam jika berat benda (w) lebih besar dari gaya ke atas (F_a).

$$\begin{aligned}
 w &> F_a \\
 \rho_b \times V_b \times g &> \rho_a \times V_a \times g \\
 \rho_b &> \rho_a
 \end{aligned}$$

Volume bagian benda yang tenggelam bergantung dari rapat massa zat cair (ρ)

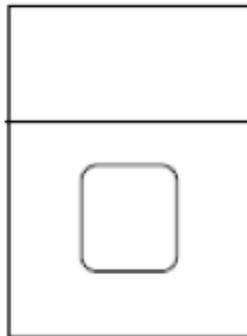


Gambar II.9 Berat benda > Gaya apung
Sumber: Chandra, 2012

2.2.2 Melayang

Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan melayang jika berat benda (w) sama dengan gaya ke atas (F_a) atau benda tersebut tersebut dalam keadaan setimbang

$$\begin{aligned}
 w &= F_a \\
 \rho_b \times V_b \times g &= \rho_a \times V_a \times g \\
 \rho_b &= \rho_a
 \end{aligned}$$



Gambar II.10 Berat benda = Gaya apung
Sumber: Chandra, 2012

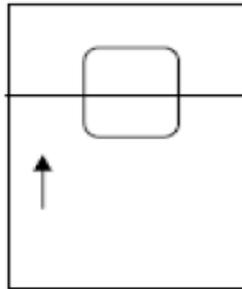
2.2.3 Terapung

Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan terapung jika berat benda (w) lebih kecil dari gaya ke atas (F_a).

$$w < F_a$$

$$\rho_b \times V_b \times g < \rho_a \times V_a \times g$$

$$\rho_b < \rho_a$$



Gambar II.11 Berat benda < Gaya apung
Sumber: Chandra, 2012

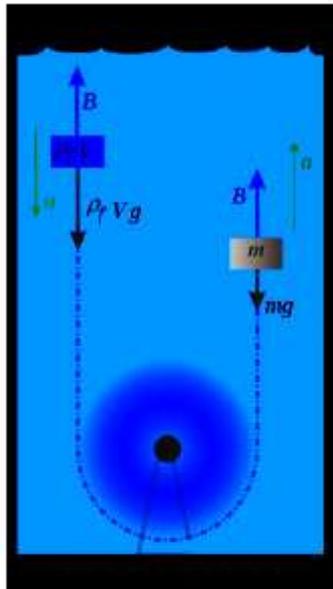
Daya apung (*bouyancy*) ada 3 macam, yaitu :

1. Daya apung positif (*positive bouyancy*) : bila suatu benda mengapung.
2. Daya apung negatif (*negative bouyancy*) : bila suatu benda tenggelam.
3. Daya apung netral (*neutral bouyancy*) : bila benda dapat melayang.

Setiap objek pada kedalaman tertentu seperti pada Gambar II.12 akan memiliki tekanan yang berbeda. Perbedaan tekanan menyebabkan terjadinya daya apung ke atas. Besarnya nilai dari gaya apung keatas dapat diketahui dengan persamaan di bawah ini:

$$B = -\rho_f V_{disp} g$$

Dimana ρ_f adalah densitas dari fluida, V_{disp} adalah volume benda yang tercelup air, dan g adalah percepatan gravitasi di lokasi tersebut. Dengan kata lain "gaya apung" pada benda yang berada didalam air akan memiliki gaya tekan ketas berlawanan dengan arah gravitasi bumi (Chandra, 2012).

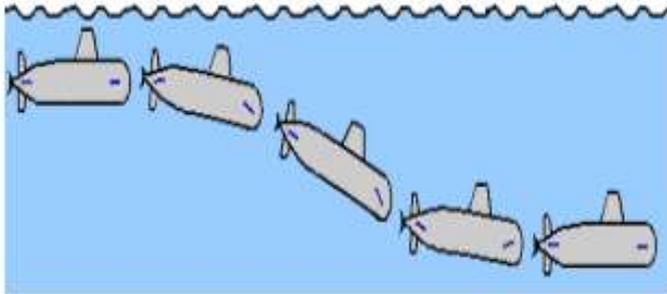


Gambar II.12 Gerak vertikal bouyancy
Sumber: Chandra, 2012

2.3 Sistem Ballas

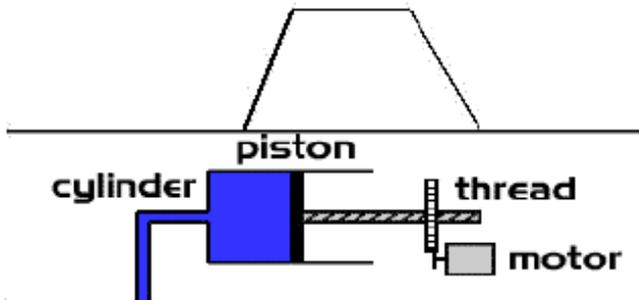
Pada dasarnya, ada dua cara kendaraan bawah air menyelam yaitu dengan cara menyelam secara dinamis dan statis. Banyak model kapal selam menggunakan metode statis dan dinamis saat menyelam. Pada umumnya digunakan oleh semua kapal selam militer. Sistem dinamis adalah sistem dengan metode penyelaman dinamis dimana kapal selam menggunakan sirip atau biasa disebut dengan hidroplane dan dibantu dengan kecepatan dari kapal selam tersebut untuk membantu pergerakan kapal selam

tersebut agar dapat menyelam dan mengapung di air. Sedangkan untuk kapal selam statis yaitu memiliki proses penyelaman dengan cara mengubah berat kapal selam tersebut misalnya dengan cara mengisi tangki ballast yang bertujuan untuk melakukan pergerakan penyelaman dan untuk melakukan pergerakan mengapung dilakukan dengan memompa air dari tangki ballast keluar dari ROV (Chandra, 2012). Gambar II.13 ini adalah contoh gambar proses penyelaman secara dinamik



Gambar II.13 Menyelam secara dinamik
Sumber: Chandra, 2012

Gambar II.14 adalah contoh proses penyelaman secara statis dengan menggunakan salah satu model sistem ballast yaitu dengan sistem piston



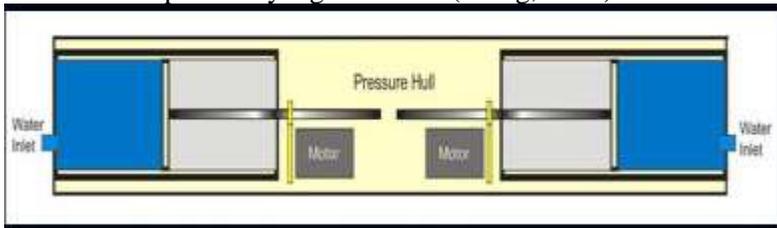
Gambar II.14 Menyelam secara static dengan bantuan sistem ballast
Sumber: Chandra, 2012

Dalam desain sistem ballas pada kendaraan bawah air prinsip menyelam secara statis maupun dinamis sama-sama dapat diaplikasikan. Berdasarkan kriteria tersebut terdapat 4 kategori sistem ballas yang dapat digunakan yaitu:

- a. Sistem Ballas dengan *Piston Tank*
- b. Sistem Ballas dengan *hydraulic pump*
- c. Sistem Ballas dengan *Air Compression*
- d. Sistem Ballas dengan *Thuster*

Konsep pertama sampai ketiga merupakan teknologi yang merujuk pada *static diving* sedangkan konsep keempat merupakan teknologi dari *dynamic diving* (Wang, 2007).

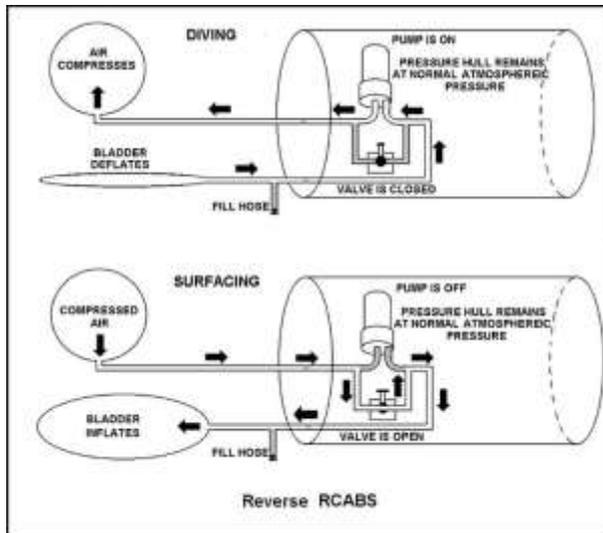
Piston ballast tank adalah salah satu metode *static diving* yang paling umum diterapkan dalam pemodelan kapal selam maupun kendaraan bawah air lainnya termasuk ROV. Sebuah piston tangki ballas terdiri dari silinder dan piston yang bergerak, dan bekerja sebagai pompa. Dengan salah satu ujung silinder terhubung ke air di sekitarnya, gerakan piston akan menghisap air atau mendorong air keluar. Ketika mengisi air dalam tangki, daya apung negatif tercapai, sehingga *submarine* ataupun *underwater vehicle* akan mulai turun. Sebaliknya, saat tangki dikosongkan, keadaan *underwater vehicle* adalah positif apung, sehingga akan naik. Dengan sistem ini memungkinkan kontrol gerakan pitch *underwater vehicle* tersebut. Bahkan piston dapat digantikan oleh aktuatur linier, sehingga memudahkan untuk mengontrol *underwater vehicle* tersebut. Oleh karena itu, dengan sistem yang mudah *underwater vehicle* tersebut akan mencapai kedalaman yang akurat sesuai perintah yang diberikan (Wang, 2007).



Gambar II.15 Sistem Ballas dengan piston tank

Sumber: www.rc-sub.com/

Sebuah sistem pompa hidrolis mirip dengan piston ballast tank, tetapi menggunakan reservoir internal cairan hidrolis dan pompa untuk menggerakkan gerakan linear piston. Kontrol katup dan pompa untuk oli memungkinkan oli mengalir masuk dan keluar dari silinder, sehingga air sekitarnya dapat dipompa masuk dan keluar. Akibatnya, daya apung dari ROV berubah. sistem kompresor udara yang biasa digunakan dalam beberapa kelas dari kapal selam. Sistem ini terdiri dari penyimpanan tangki kompresi udara, tangki air dan dua katup yang biasanya tertutup. Turun, katup ventilasi dibuka, sehingga hasil perbedaan tekanan di dalam air yang mengalir dari lubang di bagian bawah tangki air. Ketika sebuah jumlah yang diinginkan air diperoleh untuk ballas, katup ventilasi ditutup. Untuk memaksa air keluar, pukulan katup dibuka untuk memungkinkan udara terkompresi ke dalam tangki sehingga air didorong keluar melalui pembukaan bawah. Demikian, dengan membiarkan air masuk dan keluar dari tangki air, daya apung dari ROV berubah (Wang, 2007).



Gambar II.16 Air Compression Ballast System

Sumber: www.rc-sub.com/

Thruster adalah metode *diving* dinamis. Tipe ini adalah propeler atau baling baling yang dipasang secara vertikal sehingga akan menimbulkan gaya dorong ke atas ataupun ke bawah. Saat ini banyak sekali ROV yang memakai sistem ballas tipe ini. Tipe ini memang sangat mudah cara pemasangannya karena tidak butuh kekedapan, namun tipe ini tidak mampu menyelam sedalam ketiga tipe sebelumnya. Pemilihan sistem ballas yang cocok tergantung pada berbagai faktor, seperti spesifikasi desain, ukuran dan geometri lambung ROV, kedalaman yang dibutuhkan, dan biaya (Wang, 2007)..

2.4 Mikrokotroller

Mikrokotroller adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokotroller berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokotroller dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

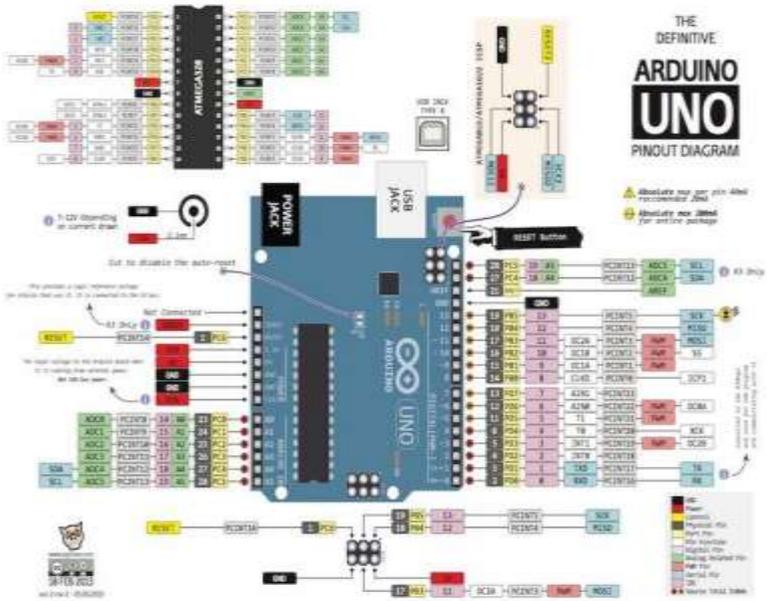
Mikrokotroller pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokotroller lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokotroller pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokotroller yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte (Winardi, 2016).



Gambar II.17 Salah satu mikrokontroller Arduino
Sumber: www.arduino.cc

2.4.1 Arduino Uno

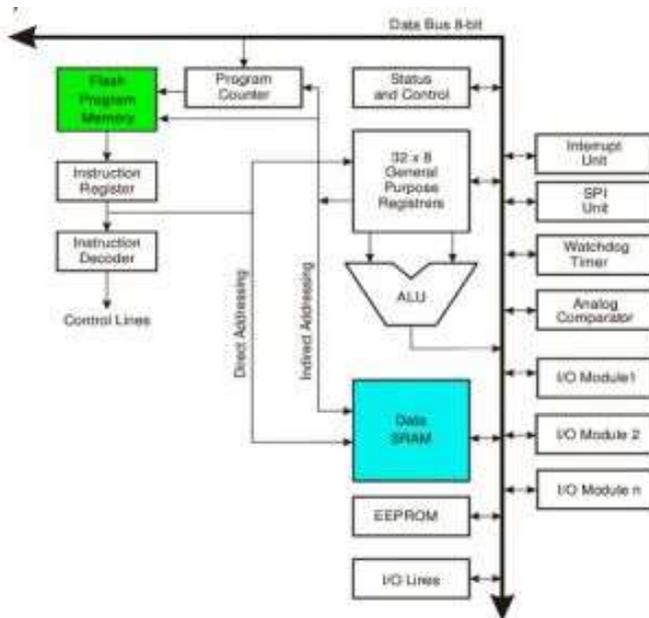
Arduino Uno adalah arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB (winardi, 2016). Skema dari arduino uno dapat dilihat pada gambar II.18 Berikut



Gambar II.18 Skema Arduino Uno
Sumber: Winardi, 2016.



Gambar II.19 Tampilan tampak depan dan belakang board Arduino
Sumber: Winardi, 2016



Gambar II.20 Arsitektur arduino uno
Sumber: Winardi, 2016

Tabel II.1 Tabel Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of wich 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328) of wich 0.5 KB used by boatloader
SRAM	2 KB (Atmega328)

EEPROM	1 KB (Atmega328)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Sumber: Winardi, 2016

Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

- *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- 2 KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan, digunakan oleh variabel-variabel di dalam program)
- 32KB RAM *flash memory* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program didalam RAM akan dieksekusi.
- 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan arduino.
- *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- *Port input/output*, pin-pin untuk menerima data (*input*) digital atau analog, dan mengeluarkan data (*output*) digital atau analog.

Berikut merupakan bagian-bagian dari Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar II.21

- a. 14 pin input/output digital (0-13)

Berfungsi sebagai *input/output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana

tegangan outputnya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0-255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V

b. USB

Berfungsi untuk:

- Membuat program dari PC/laptop ke dalam papan
- Komunikasi serial antara papan dan komputer
- Memeberi daya listrik pada papan

c. Sambungan SV 1

Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

d. Q1-Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika mikrokontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16 MHz).

e. Tombol Reset S1

Untuk mereset papan sehingga program akan mulai dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroller.

f. *In-Circuit Serial Programming (ICSP)*

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroller secara langsung tanpa melalui *boatloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

g. IC 1-Mikrokontroller Atmega

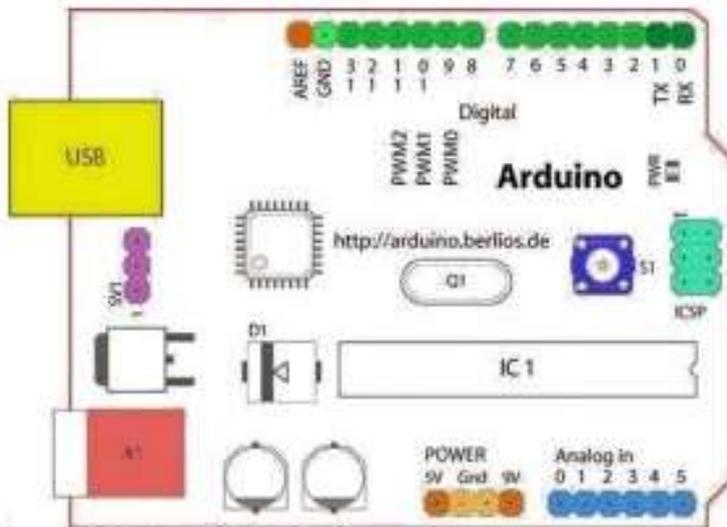
Komponen utama dari papan Arduino, didalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

h. X1-Sumber Daya Eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

i. 6 Pin Input Analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V. (Winardi, 2016)



Gambar II.21 Bagian-bagian Arduino Uno

Sumber: Winardi, 2016

2.4.2 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Para ATmega328 pada Arduino Uno memiliki *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk

meng-*upload* program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

Lingkungan *open-source* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke board Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya (Winardi, 2016).



Gambar II.22 Tampilan Framework Arduino IDE

Sumber: dokumentasi pribadi

2.4.3 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman mikrokontroler Arduino, seperti bahasa pemrograman tingkat menengah pada umumnya. Arduino pun sama memiliki alur algoritma yang mirip dan yang beda adalah cara penulisan sintaknya. Struktur dasar dari bahasa pemrograman arduino itu sederhana hanya terdiri dari dua bagian.

```
void setup()
{
  // Statement;
}
void loop()
{
  // Statement;
}
```

Dimana `setup()` bagian untuk inisialisasi yang hanya dijalankan sekali di awal program, sedangkan `loop()` untuk mengeksekusi bagian program yang akan dijalankan berulang-ulang untuk selamanya (Winardi, 2016).

- **Setup**

Fungsi `setup()` hanya di panggil satu kali ketika program pertama kali di jalankan. Ini digunakan untuk pendefinisian mode pin atau memulai komunikasi serial. Fungsi `setup()` harus di ikut sertakan dalam program walaupun tidak ada statement yang di jalankan.

```
void setup()
pinMode(13,OUTPUT); // mengset 'pin' 13 sebagai
output
}
```

- **Loop**

Setelah melakukan fungsi `setup ()` maka secara langsung akan melakukan fungsi `loop ()` secara berurutan dan melakukan instruksi-instruksi yang ada dalam fungsi `loop()`.

```
void loop()
{
digitalWrite(13, HIGH); //nyalakan 'pin' 13
```

```

delay(1000); // pause selama 1 detik
digitalWrite(13, LOW); // matikan 'pin' 13
delay(1000); // pause selama 1 detik
}

```

- **Function**

Function (fungsi) adalah blok pemrograman yang mempunyai nama dan mempunyai statement yang akan di eksekusi ketika function di panggil. Fungsi void setup() dan void loop() telah di bahas di atas dan pembuatan fungsi yang lain akan dibahas selanjutnya.

Cara pendeklarasian *function*

```

type functionName(parameters)
{
  // Statement;
}

```

Contoh:

```

int delayVal()
{
  int v; // membuat variable 'v'
  bertipe integer
  v =analogRead(pot); // baca harga
  potentiometer
  v/=4; // konversi 0-1023 ke 0-
  255
  return v; // return nilai v
}

```

Pada contoh di atas fungsi tersebut memiliki nilai balikint (integer), karena kalau tidak menghendaki adanya nilai balik maka *type function* harus void.

- **{ } Curly Braces**

Curly brace mendefinisikan awal dan akhir dari sebuah blok fungsi. Apabila ketika memprogram dan progremmer lupa memberi *curly brace* tutup maka ketika di compile akan terdapat laporan *error*.

- **;Semicolon**

Semicolon harus di berikan pada setiap statement program yang kita buat ini merupakan pembatas setiap statement program yang di buat.

- **/*...*/ Block Comment**

Semua *statement* yang di tulis dalam *block comments* tidak akan di eksekusi dan tidak akan di compile sehingga tidak mempengaruhi besar program yang di buat untuk di masukan dalam *board* arduino.

- **//Line Comment**

Sama halnya dengan *block comments*, *line coments* pun sama hanya saja yang di jadikan komen adalah perbaris.

- **Variable**

Variable adalah sebuah penyimpan nilai yang dapat di gunakan dalam program. Variabel dapat di rubah sesuai dengan instruksi yang kita buat. Ketika mendeklarisikan variabel harus di ikut sertakan *type variable* serta nilai awal variabel.

```
Type variableName = 0;
```

Contoh

```
Int inputVariable = 0; //mendefinisikan sebuah
                        variable          bernama
                        inputVariable    dengan
                        nilai awal 0
inputVariable = analogRead(2); // menyimpan nilai
                                yang ada di
                                analog pin 2
                                keinputVariable
```

- **Variable Scoope**

Sebuah variabel dapat di deklarasikan pada awal program sebelum void setup(), secara lokal di dalam sebuah *function*, dan terkadang di dalam sebuah block statement pengulangan. Sebuah variable global hanya satu dan dapat di gunakan pada semua *block function* dan *statement* di dalam program. Variabel global di deklarasikan pada awal program sebelum fungsi setup(). Sebuah variabel lokal di deklarasikan di *setiap block function* atau di setiap *block statement* pengulangan dan hanya dapat di gunakan pada blok yang bersangkutan saja.

Contoh penggunaan:

```
int value; // 'value' adalah variable global dan
dapat di gunakan pada semua block
function
void setup()
{
  // no setup needed
}
void loop()
{
  for (int i=0; i<20;) // 'i' hanya dapat
  digunakan dalam pengulangan saja
  {
    i++;
  }
  float f; // 'f' sebagai variable local
}
}
```

a) Tipe Data

- **Byte**

Type *byte* dapat menyimpan 8-bit nilai angka bilangan asli tanpa koma. *Byte* memiliki range 0 –255.

Byte biteVariable = 180; // mendeklarasikan 'biteVariable' sebagai tipe byte

- **Integer**

Integer adalah tipe data yang utama untuk menyimpan nilai bilangan bulat tanpa koma. Penyimpanan integer sebesar 16-bit dengan range 32.767 sampai -32.768.

```
Int integerVariable =
1600; //mendeklarasikan 'integerVariable'
sebagai type integer
```

- **Long Integer**

Perluasan ukuran untuk long integer, penyimpanan long integer sebesar 32-bit dengan range 2.147.483.647 sampai - 2.147.483.648

```
Long longVariable = 500000; //
mendeklarasikan 'longVariable' sebagai type
long
```

- **Float**

Float adalah tipe data yang dapat menampung nilai desimal, *float* merupakan penyimpanan yang lebih besar dari integer dan dapat menyimpan sebesar 32-bit dengan range 3.4028235E+38 sampai -3.4028235E+38

```
Float floatValue = 3.14; // mendeklarasikan
'floatVariable' sebagai type float
```

- **Array**

Array adalah kumpulan nilai yang dapat di akses dengan indeks number, nilai yang terdapat dalam array dapat di panggil dengan cara menuliskan nama array dan index number. Array dengan indeks 0 merupakan nilai pertama dari array. Array perlu di deklarasikan dan kalau perlu di beri nilai sebelum di gunakan.

```
Int arraysName[] = {nilai0, nilai1, nilai2 . .
. }
```

Contoh penggunaan array:

```
Int arraySaya[] = {2,4,6,8,10}
x = arraySaya[5]; // x sekarang sama dengan 10
```

- **Operator Aritmatika**

Operator aritmatik terdiri dari penjumlahan, pengurangan, pengkalian, dan pembagian.

```
y = y + 3;
x = x - 8;
i = i * 5;
r = r / 9;
```

dalam menggunakan operan aritmatik harus hati-hati dalam menentukan tipe data yang digunakan jangan sampai terjadi *overflow range* data.

- **Compound Assignments**

Compound assignments merupakan kombinasi dari aritmatika dengan sebuah variabel. Ini biasanya dipakai pada pengulangan.

```
x ++; // sama seperti x = x + 1 atau menaikkan
nilai x sebesar 1
x --; // sama seperti x = x - 1 atau
mengurangi nilai x sebesar 1
x += y; // sama seperti x = x + y
x -= y; // sama seperti x = x - y
```

```
x *= y; // sama seperti x = x * y
x /= y; // sama seperti x = x / y
```

- **Comparison**

Statement ini membandingkan dua variable dan apabila terpenuhi akan bernilai 1 atau true. *Statement* ini banyak digunakan dalam operator bersyarat.

```
x == y; // x sama dengan y
x != y; // x tidak sama dengan y
x < y; // x leboh kecil dari y
x > y; // x lebih besar dari y
x <= y; // x lebih kecil dari sama dengan y
x >= y; // x lebih besar dari sama dengan y
```

- **logic Operator**

operator logical digunakan untuk membandingkan 2 expresi dan mengembalikan nilai balik benar atau salah tergantung dari operator yang di gunakan. Terdapat 3 operator logical AND,OR, dan NOT, yang biasanya di gunakan pada if statement.

Contoh penggunaan:

Logical AND

```
If ( x> 0 && x < 5) // bernilai benar apabila
kedua operator pembeding terpenuhi
```

Logical OR

```
If ( x> 0 || y > 0)// bernilai benar apabila
salah satu dari operator pembeding
Terpenuhi
```

Logical NOT

```
If ( !x > 0 )// benilai benar apabila
ekspresi operator salah
```

- **Konstanta**

Arduino mempunyai beberapa variable yang sudah di kenal yang kita sebut konstanta.Ini membuat memprogram lebih mudah untuk di baca. Konstanta di klasifikasi berdasarkan group.

- **True/False**

Merupakan konstanta Boolean yang mendefinisikan *logic level*. *False* mendefinisikan 0 dan True mendefinisikan 1.

```
If ( b == TRUE );
{
//doSomething
```

```
}

```

- **HIGH / LOW**

Konstanta ini mendefinisikan aktifitas pin HIGH atau LOW dan di gunakan ketika membaca dan menulis ke digital pin. HIGH di definisikan sebagai 1 sedangkan LOW sebagai 0.

```
digitalWrite( 13, HIGH );
```

- **Input/Output**

Konstanta ini digunakan dengan fungsi pinMode() untuk mendefinisikan mode pin digital, sebagai input atau output

```
pinMode( 13, OUTPUT );
```

b) Flow Control

- **If**

Operator if menguji sebuah kondisi seperti nilai analog sudah berada di bawah nilai yang kita kehendaki atau belum apabila terpenuhi maka akan mengeksekusi baris program yang ada dalam *brackets* kalau tidak terpenuhi maka akan mengabaikan baris program yang ada dalam *brackets*.

```
If ( someVariable ?? value )
{
  //DoSomething;
}
```

- **If...Else**

Operator if...else mengtest sebuah kondisi apabila tidak sesuai dengan kondisi yang pertama maka akan mengeksekusi baris program yang ada di else.

```
If ( inputPin == HIGH )
{
  //Laksanakan rencana A;
}
Else
{
  //Laksanakan rencana B;
}
```

- **For**

Operator for digunakan dalam blok pengulangan tertutup.

```
For ( initialization; condition; expression )
{
```

```
//doSomethig;
}
```

- **While**

Operator while akan terus mengulang baris perintah yang ada dalam *bracket* sampai ekspresi sebagai kondisi pengulangan bernilai salah.

```
While ( someVariable ?? value )
{
  //doSomething;
}
```

- **Do...While**

Sama halnya dengan while() hanya saja pada operator Do...while tidak melakukan pengecekan pada awal tapi di akhir, sehingga otomatis akan melakukan satu kali baris perintah walaupun pada awalnya sudah terpenuhi.

```
{
  //doSomething;
}
While ( someVariable ?? value );
```

- **Digital I/O**

Input / Output Digital pada breadboard arduino ada 14, pengalamatnya 0 - 13, ada saat tertentu I/O 0 dan 1 tidak bisa digunakan karena di pakai untuk komunikasi serial, sehingga harus hati-hati dalam pengalokasian I/O.

- **PinMode(pin,Mode)**

Digunakan dalam void setup() untuk mengkonfigurasi pin apakah sebagai Input atau Output. Arduino digital pins secara *default* di konfigurasi sebagai input sehingga untuk merubahnya harus menggunakan operator pinMode(pin, mode).

```
pinMode (pin, OUTPUT); // mengset pin sebagai
output
digitalWrite(pin, HIGH); // pin sebagai
source voltage
```

- **digitalRead(pin)**

membaca nilai dari pin yang kita kehendaki dengan hasil HIGH atau LOW.

```
Value = digitalRead(pin); // mengset 'value'
sama dengan pin
```

- **digitalWrite(pin, value)**

Digunakan untuk mengset pin digital. Pin digital arduino mempunyai 14 (0-13).

```
digitalWrite ( pin, HIGH ); // set pin to
HIGH
```

- **Analog I/O**

Input / Ouput analog pada breadboard arduino ada 6 pengalamatnya 0-5

- **analogRead(pin)**

Membaca nilai pin analog yang memiliki resolusi 10-bit. Fungsi ini hanya dapat bekerja pada analog pin (0-5). Hasil dari pembacaan berupa nilai integer dengan range 0 sampai 1023.

```
Value = analogRead(pin); // mengset 'value'
sama dengan nilai analog pin
```

- **analogWrite(pin,value)**

mengirimkan nilai analog pada pin analog.

```
analogWrite(pin, value); // menulis ke pin
analog
```

c) Time

- **delay(ms)**

Menghentikan program untuk sesaat sesuai dengan yang di kehendaki, satuannya dalam millisecond.

```
Delay(1000); // menunggu selama satu detik
```

- **millis()**

Mengembalikan nilai dalam millisecond dihitung sejak arduino board menyala. Penapungnya harus long integer.

```
Value = millis(); // set 'value' equal to
millis()
```

d) Math

- **Min(x,y)**

Membandingkan 2 variable dan akan mengembalikan nilai yang paling kecil.

```
value = min(value, 100); // set 'value'
sebagai nilai yang paling kecil dari kedua
nilai
```

- **Max(x,y)**

Max merupakan kebalikan dari min.

```
value = max(value, 100); //set 'value' sebagai
nilai yang paling besar dari kedua nilai
```

- **Serial.begin(rate)**

Statement ini di gunakan untuk mengaktifkan komunikasi serial dan mengset baudrate.

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //open serial port and
  set baudrate 9600 bps
}
```

- **Serial.println(data)**

Mengirimkan data ke serial port

```
Serial.println(100); // mengirimkan 100
```

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan uraian mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Pada bab ini akan dijelaskan tentang langkah – langkah pengerjaan yang akan penulis lakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini. Berikut adalah uraian langkah – langkah yang akan akan penulis lakukan:

3.1 Studi Literatur

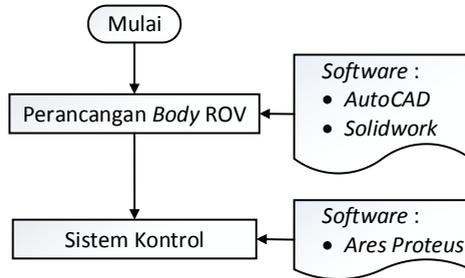
Pada tahanan ini akan dicari segala informasi mengenai pengerjaan tugas akhir ini yang bersumber dari buku, jurnal, paper, skripsi dan lain – lain. Berikut ini adalah beberapa literatur yang digunakan:

- Halim, S. 2007. Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R. Jakarta: Elex Media Komputindo
- Gitakama, M. S, dkk. 2014. Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis ROV. Jurnal Sains dan Teknologi. Vol. 3, No. 2.
- Mooney, Jr., J.B “Brad”, et al. 1996. *Under Sea Vehicle and National Needs*. Washington, DC: National Academy Press.

3.2 Perancangan

Tahap perancangan terbagi atas dua pekerjaan, yaitu perancangan *body* dan perancangan *control system*. Perancangan desain dari *Underwater Robotic Vehicle* tipe *Remotely Operated Vehicle* (ROV) akan dikerjakan dengan menggunakan *software* AutoCAD untuk gambar 2D dan Solidwork untuk gambar 3D.

Perancangan sistem kontrolnya menggunakan *software* *Ares Proteus* untuk desain jalur rangkaian *control system* nya yang nantinya akan digunakan pada PCB.



Gambar III.1 Diagram alir perancangan pengerjaan ROV

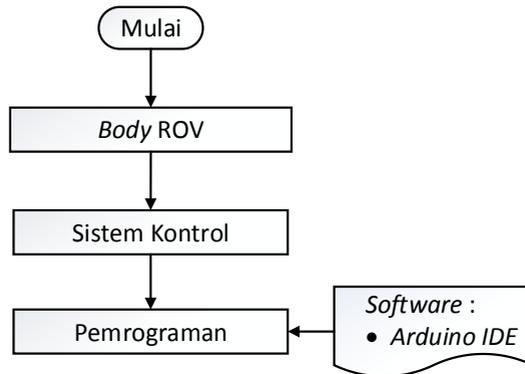
3.3 Persetujuan Desain

Setelah selesai membuat desain *body Remotely Operated Vehicle (ROV)* dan *control system* yang akan diaplikasikan tahap selanjutnya adalah melakukan konsultasi dan persetujuan desain yang sudah dibuat dengan dosen pembimbing. Jika desain disetujui maka pengerjaan tugas akhir akan berlanjut pada tahap selanjutnya yaitu pengadaan alat dan bahan, jika desain tidak disetujui maka akan kembali ke tahap pemodelan.

3.4 Pengadaan Alat dan Bahan

Pada tahapan pengadaan alat dan bahan ini akan dilakukan pengadaan untuk bahan dan alat – alat yang dibutuhkan untuk merakit *Remotely Operated Vehicle (ROV)* yang sudah di desain. Misalnya melakukan pengadaan akrilik untuk *body ROV*, pengadaan kompresor, *solenoid valve*, Arduino Uno, sensor tekanan MPX 5700AP dan komponen elektronik lainnya.

3.5 Perakitan

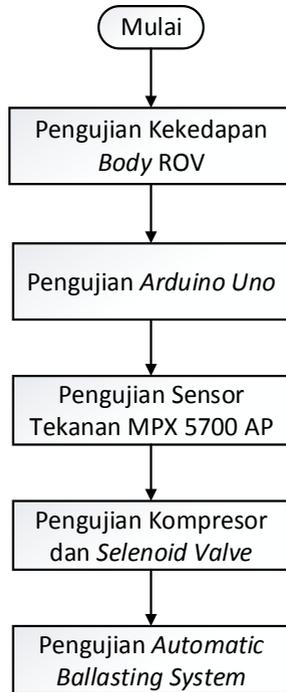


Gambar III.2 Diagram alir perakitan pengerjaan ROV

Setelah semua bahan dan alat-alat yang dibutuhkan didapatkan, maka pengerjaan tugas akhir akan masuk pada tahap perancangan. Pada tahapan ini akan dilakukan perakitan prototype *Remotely Operated Vehicle (ROV)* sistem kontrol pemrograman pemrograman untuk *automatic ballasting system control*. *Software* yang digunakan untuk pemrograman adalah *software* bawaan dari mikrokontroler Arduino yaitu Arduino IDE.

3.6 Percobaan

Di tahap ini akan dilakukan percobaan di kolam dengan air yang tenang dan kedalaman tertentu. Pada tahap ini prototype di uji coba untuk diketahui kekedapannya dari badan RO, pengujian pada Arduino Uno, pengujian pada sensor yang digunakan, pengujian kompresor dan selenoid valve serta cara kerja *automatic ballasting system control* dalam proses penyelaman, pengapungan dan proses mempertahankan posisi (stabilitas) dari *prototype Remotely Operated Vehicle (ROV)*. Percobaan akan dilakukan berulang tergantung kebutuhan dan tujuan yang akan dicapai. Gambar III.3 merupakan diagram alir pengujian-pengujian yang akan dilakukan.



Gambar III.3 Diagram alir pengujian ROV

3.7 Validasi Percobaan

Setelah melakukan percobaan tahapan selanjutnya adalah melakukan validasi. Pada tahapan ini hasil dari simulasi akan dikonsultasikan dengan dosen pembimbing. Jika dosen pembimbing memvalidasi kegiatan percobaan yang sudah dilakukan maka pengerjaan tugas akhir akan masuk pada tahapan selanjutnya yaitu pembuatan laporan. Namun jika dosen tidak memvalidasi hasil percobaan maka pengerjaan tugas akhir akan kembali pada tahapan perancangan *underwater vehicle* dan selanjutnya pada tahapan percobaan.

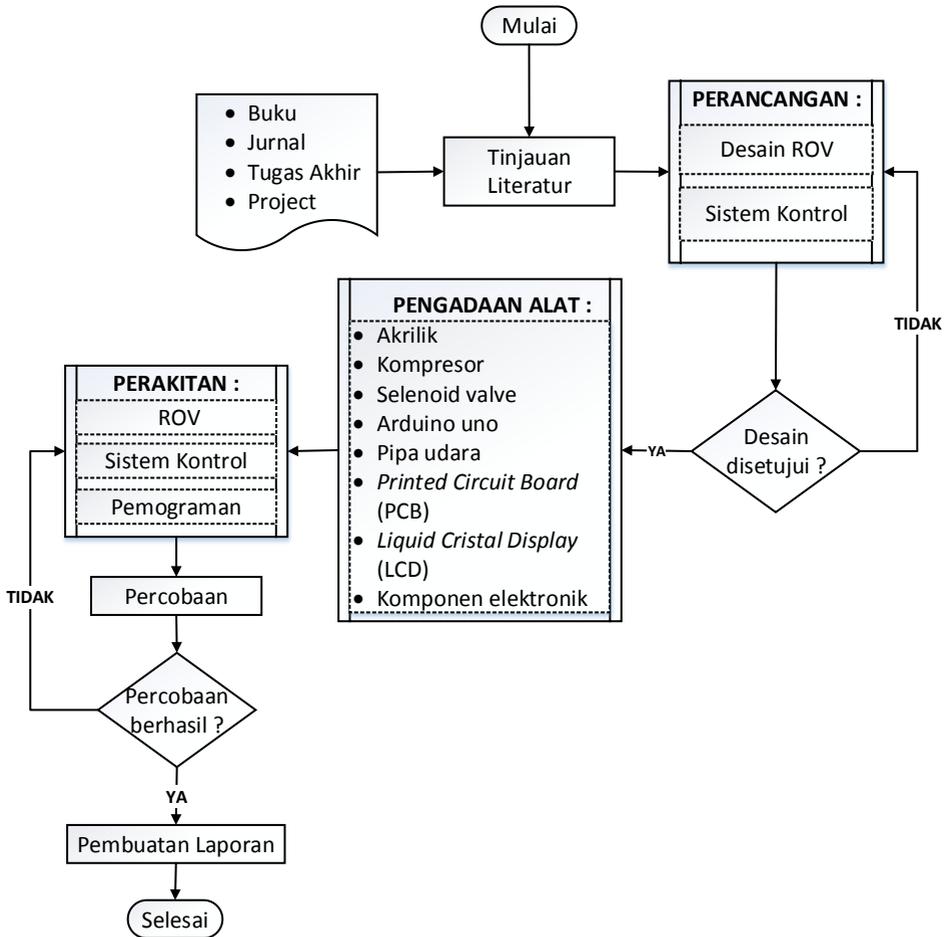
3.8 Pembuatan Laporan

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pada tahap ini semua tahapan yang sudah

dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir akan dimasukkan dalam laporan, termasuk hasil simulasi dan kesimpulan yang didapatkan dari tugas akhir ini.

3.9 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari metode penelitian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini:



Gambar III.4 Diagram alir penelitian

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Dalam bab perancangan dan pembuatan ini akan dijelaskan semua hal tentang proses pengerjaan sistem ballas pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dan sistem kontrolnya mulai dari proses desain, pengumpulan alat dan bahan sampai proses, pemrograman sistem kontrol sampai perakitannya. Dalam bab ini juga akan dijelaskan analisa data dari pembacaan sensor tekanan yang digunakan untuk kemudian dimasukkan dalam program sistem kontrolnya dan juga pembahasannya.

4.1 Peralatan dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk sistem ballas pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV) beserta kontrolnya.

a. Akrilik

Akrilik digunakan sebagai bahan dari konstruksi tanki ballas dan body dari *Remotely Operated Vehicle* (ROV). Disini digunakan akrilik dengan tebal 5 mm dan 3 mm. Pemilihan akrilik sebagai bahan konstruksi didasari karena akrilik sendiri mudah didapatkan, mudah di potong dan transparan sehingga pergerakan kantong udara dapat diamati secara langsung.



Gambar IV.1 Akrilik
Sumber: dokumen pribadi

b. Kompresor

Kompresor adalah sebuah alat mekanik yang berfungsi untuk memampatkan udara atau meningkatkan tekanan fluida udara. Kompresor yang digunakan dalam pembuatan prototipe ini adalah kompresor yang digunakan dalam tensi meter digital. Pemilihan tersebut karena kompresor tersebut mempunyai bobot yang sangat ringan dan mampu memampatkan udara dalam kantong udara. Tekanan yang dihasilkan dalam kantong udara adalah maksimal 0,2 bar. Kompresor ini membutuhkan tegangan 12V DC.



Gambar IV.2 Kompresor 12V DC

Sumber: dokumen pribadi

c. Selenoid Valve

Selenoid adalah kumparan yang dibangkitkan dengan tenaga listrik yaitu berupa tegangan. Selenoid valve ini tidak jauh berbeda dengan motor DC, yang akan bergerak jika diberikan sumber tegangan. Tegangan yang dibutuhkan oleh *selenoid valve* ini adalah 6 volt. Selenoid valve digunakan untuk menutup dan membuka aliran udara dari kantong udara. *Selenoid valve* ini tak ubahnya seperti keran yang akan menutup secara otomatis jika mendapat tegangan.



Gambar IV.3 Selenoid valve
Sumber: Dokumen pribadi

d. Kantong Udara

Kantong udara disini berfungsi sebagai untuk menampung udara bertekanan dari kompresor sekaligus sebagai tanki ballas. Kantong udara yang digunakan adalah dari manset tensi meter manual dengan ukuran 25 cm x 12 cm.



Gambar IV.4 Kantong udara yang sudah terpasang dalam tanki ballas
Sumber: Dokumen pribadi

e. Pipa Udara

Pipa udara berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan dari kompresor ke kantong udara dan dari kantong udara ke *selenoid valve*. Pipa udara yang digunakan adalah yang berdiameter 4 mm dan 6 mm.



Gambar IV.5 Pipa udara

Sumber: www.indonesian.pneumatic-equipments.com/

f. Fitting

Fitting yang digunakan adalah bentuk T dan Y dengan diameter input/output 4 mm untuk fitting Y dan input 6 mm output 4 mm untuk fitting Y.



Gambar IV.6 T dan Y fitting

Sumber: www.indonesian.pneumatic-equipments.com/

g. Arduino Uno

Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler pada *automatic control ballast system* ini.

h. Sensor Tekanan MPX 5700AP

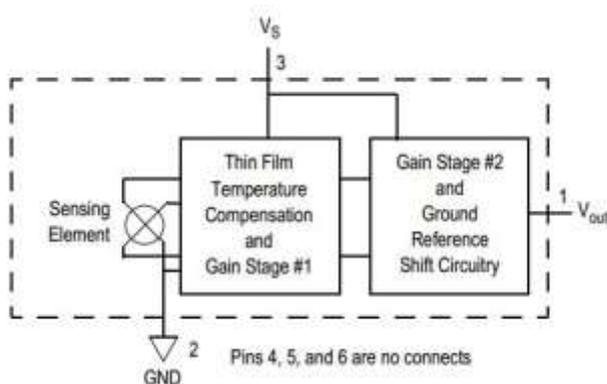
Transducer tekanan adalah perangkat sensitif yang berisi sirkuit diferensial tekanan yang terus-menerus mengirimkan pembacaan tekanan di dalam ruang. Kontroler menggunakan informasi ini untuk mengatur tekanan atau menghindari kondisi

over pressure. Informasi tekanan juga dapat digunakan untuk pengumpulan data, untuk memicu alarm, dan untuk melakukan tugas kontrol eksternal lainnya (Hadiyanto, 2015).

Jenis sensor tekanan yang juga digunakan dalam perancangan sistem ballas ini adalah *silicon pressure sensor* yang bekerja dengan *piezosensitive*. Untuk membatasi pembahasan diambil acuan dari datasheet sensor MPX5700 yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar IV.7 MPX 5700 AP
Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar IV.8 Skema sensor MPX 5700AP
Sumber: Data sheet sensor MPX 5700

MPX5700 adalah transduser tekanan yang bekerja dengan sistem *piezoresistive* dan merupakan hasil rancang bangun sistem sensor mutakhir yang dirancang untuk berbagai macam aplikasi, terutama yang menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan A/D *input*. Transduser ini menggabungkan teknik-teknik canggih *micromachining*, metalisasi *thin film*, dan pengolahan bipolar untuk menghasilkan tegangan analog yang sebanding dengan tekanan diterapkan. Gambar IV.8 menunjukkan diagram fungsional dari sensor tekanan ini, sedangkan tabel 2.4 memperlihatkan karakteristik operasi dari MPX5700 pada $V_S = 5.0 \text{ Vdc}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Hadiyanto, 2015).

Tabel IV.1 Karakteristik operasi MPX 5700

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range ⁽¹⁾ Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	P_{OP}	0	—	700	kPa
		15	—	700	
Supply Voltage ⁽²⁾	V_S	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	I_O	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset ⁽²⁾ Gauge, Differential (0 to 85°C) Absolute (0 to 85°C)	V_{off}	0.088	0.2	0.313	Vdc
		0.184	—	0.409	
Full Scale Output ⁽⁴⁾ (0 to 85°C)	V_{F90}	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span ⁽⁵⁾ (0 to 85°C)	V_{FSS}	—	4.5	—	Vdc
Accuracy ⁽⁶⁾ (0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	% V_{FSS}
Sensitivity	V/P	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁷⁾	t_R	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I_{O+}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁸⁾	—	—	20	—	ms

Sumber: Data sheet sensor MPX 5700

i. *Printed Circuit Board (PCB)*

Printed Circuit Board (PCB) adalah sebuah papan yang penuh dengan komponen-komponen elektronika yang tersusun membentuk rangkaian elektronik. Dapat juga diartikan dengan tempat rangkaian elektronika yang menghubungkan komponen elektronika yang satu dengan yang lainnya tanpa menggunakan kabel.



Gambar IV.9. Printed Circuit Board (PCB)

Sumber: dokumentasi pribadi

j. *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap *front-lit* atau menstransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD yang digunakan oleh peneliti adalah LCD dengan karakter 16x2.



Gambar IV.10 Liquid Cristal Display

Sumber: dokumen pribadi

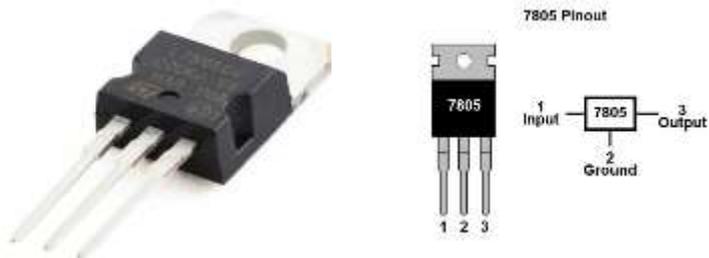
k. Peralatan elektronik

- Regulator

Regulator adalah rangkaian pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu daya agar efek dari naik atau turunnya

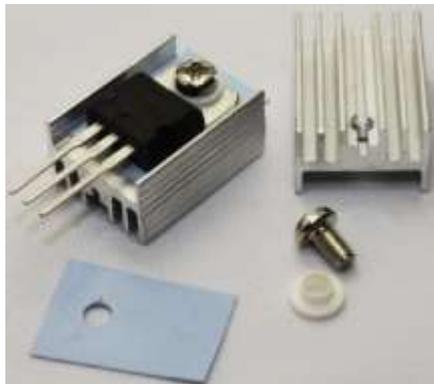
tegangan jala-jala tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga menjadi stabil.

Heatsink adalah logam dengan desain khusus yang terbuat dari aluminium yang berfungsi untuk mendinginkan regulator atau mempercepat proses transfer panas.



Gambar IV.11 Regulator 7805 dan pinout diagram

Sumber: www.learningaboutelectronics.com/



Gambar IV.12 Heatsink yang sudah terpasang di regulator

Sumber: www.worldcnc.co.za

- **Kapasitor**
 kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara

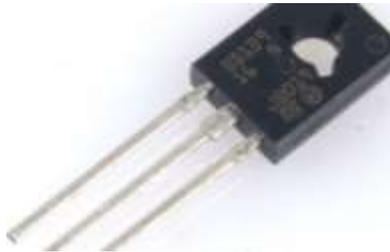
mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.



Gambar IV.13 Kapasitor

Sumber: <http://komponenelektronika.biz>

- Transistor BD1391
Transistor adalah alat semi konduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lain.



Gambar IV.14 Transistor BD139

Sumber: www.robotpark.com/BD139-NPN-Transistor-En

- Relay 12V
Relay merupakan komponen elektromekanikal yang berfungsi sebagai saklar (*switch*) elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Komponen ini menggunakan prinsip kerja

elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun.

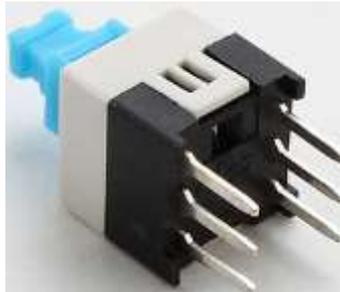


Gambar IV.15 Relay 5V

Sumber: www.allspectrum.com

- Saklar On/Off

Saklar adalah peralatan elektronik yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik. Dalam pembuatan prototype ini digunakan untuk menyambung dan memutus arus listrik yang masuk ke rangkaian kontroler pada PCB. Saklar yang digunakan memiliki 6 kaki.



Gambar IV.16 Saklar 6 kaki

Sumber: www.tokopedia.com

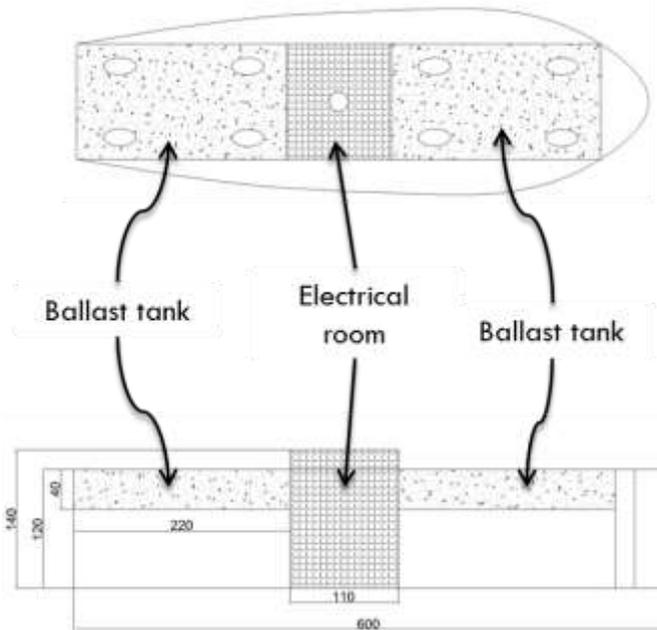
4.2 Perancangan *Ballast System Remotely Operated Vehicle (ROV)*

4.2.1 Tahap Desain

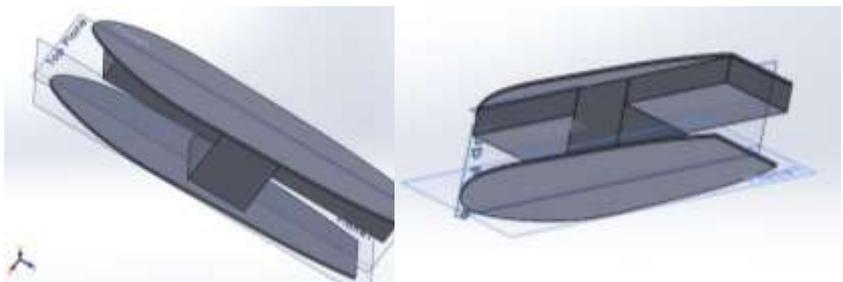
Penggambaran desain adalah tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan *prototype* ROV ini. Dalam tahap ini akan dilakukan penggambaran desain 2D dan 3D *body* ROV yang akan dibuat lengkap dengan tanki ballasnya dengan menggunakan software AutoCAD dan Solid Work. Namun, terlebih dahulu akan ditentukan dimensi utama dari ROV yang akan dibuat dan dapat dilihat pada tabel. Setelah dimensi utama didapat maka akan dilanjutkan dengan desain 2D dan 3D yang dapat dilihat pada gambar IV.17 – gambar IV.18.

Tabel IV.2 Dimensi utama ROV

L ROV	600 mm
B ROV	190 mm
H ROV	120 mm
L ballast tank	220 mm
B Ballast tank	120 mm
H Ballast tank	40 mm
P electric room	120 mm
B electric room	120 mm
H electric room	60 mm



Gambar IV.17 Desain 2D ROV tampak atas dan tampak samping
Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar IV.18 Desain 3D ROV
Sumber: dokumentasi pribadi

Sistem ballas yang digunakan adalah tipe kompresor dimana kompresor ini akan mendistribusikan dan memampatkan udara ke kantong udara. Kantong udara ini bertindak sebagai ballas tank yang berada di sisi depan dan belakang *body* ROV. ROV akan menyelam karena berat dari ROV sendiri dan akan mengapung ataupun melayang jika ada distribusi udara dari kompresor ke kantong udara. Berikut merupakan perhitungan berat dan gaya apung yang dialami oleh ROV.

Dimensi tanki ballas

$$L = 0.2 \text{ m}$$

$$B = 0.12 \text{ m}$$

$$H = 0.04 \text{ m}$$

$$m \text{ ROV} = 5 \text{ kg}$$

$$G = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W \text{ ROV} = m \times g$$

$$W \text{ ROV} = 5 \times 9.81$$

$$W \text{ ROV} = 49.05 \text{ N}$$

$$V \text{ Ballas} = L \times B \times H$$

$$V \text{ Ballas} = 0.22 \times 0.12 \times 0.04$$

$$V \text{ Ballas} = 0.001056 \text{ m}^3$$

$$V \text{ Ballas total} = 2 \times 0.001056 \text{ m}^3$$

$$V \text{ Ballas total} = 0.002112 \text{ m}^3$$

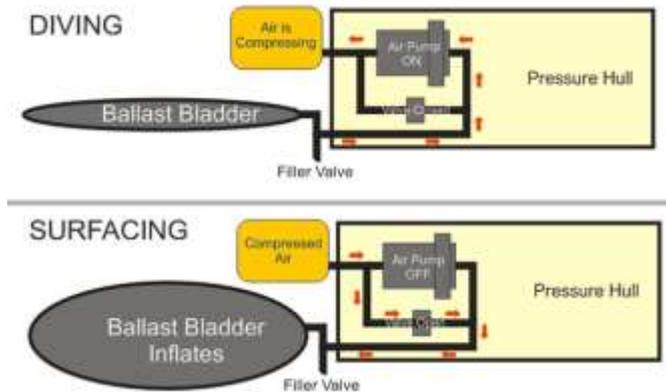
$$F \text{ ROV} = \rho \times V \times g$$

$$F \text{ ROV} = 1000 \times 0.002112 \times 9.81$$

$$F \text{ ROV} = 20.272 \text{ N}$$

$$W \text{ ROV} > F \text{ ROV}$$

Jadi ROV akan tenggelam

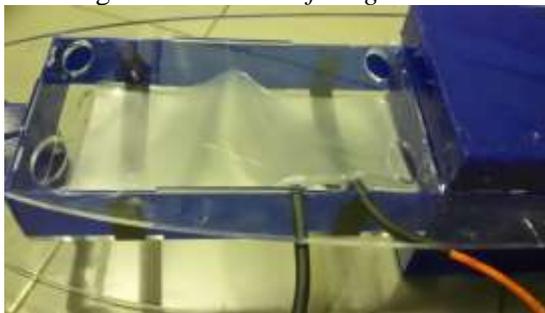


Gambar IV.19 Skema sistem ballas dengan kompresor

Sumber: www.rc-sub.com/

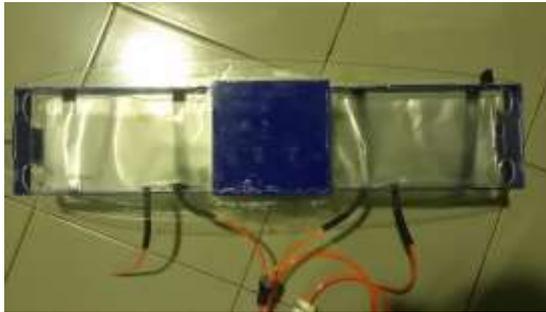
4.2.2 Tahap Perakitan

Tahap perakitan diawali dengan plot desain di akrilik dan dilakukan *cutting*. Lalu dilanjutkan dengan perakitan seluruh bagian yang selesai proses *cutting* dan juga pemasangan peralatan-peralatan pendukung kompresor, *solenoid valve*, *Y fitting*, *T fitting*, pipa udara dengan diameter 6 mm dari kompresor ke *Y fitting*, pipa udara dengan diameter 4 mm dari *Y fitting* ke 2 kantong udara dan pipa udara 4 mm dari *solenoid valve* ke 2 kantong udara melalui *T fitting*.

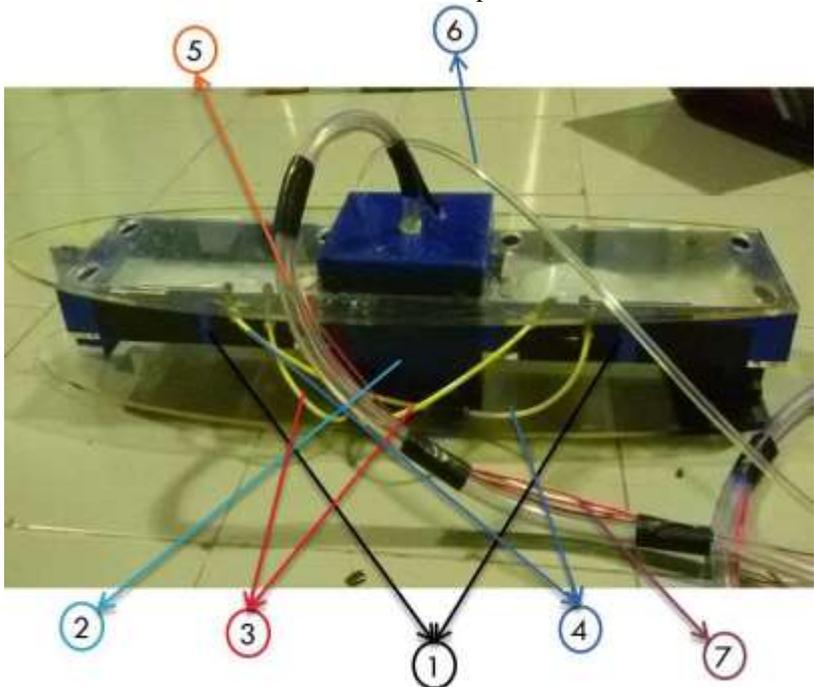


Gambar IV.20 Realisasi tanki ballas

Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar IV.21 Tampak atas realisasi ROV
Sumber: dokumentasi pribadi



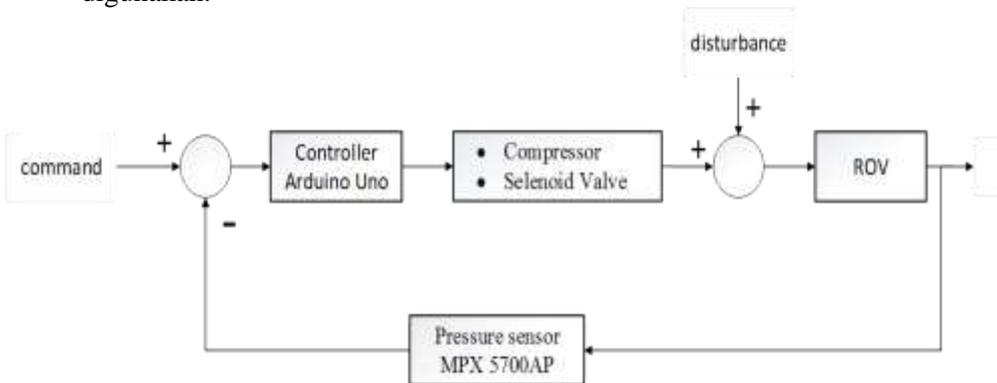
Gambar IV.22 Realisasi ROV lengkap dengan *automatic control system*
di dalamnya
Sumber: dokumentasi pribadi

1. Ballast tank
2. Electrical room
3. Pipa udara masuk (dari kompresor)
4. Pipa udara keluar (menuju selenoid valve)
5. Pipa udara untuk suplai udara kompresor di electrical room
6. Pipa sensor MPX 5700AP
7. Kabel kontrol

4.3 Perancangan *Automatic Ballasting System Control*

4.3.1 Tahap Desain

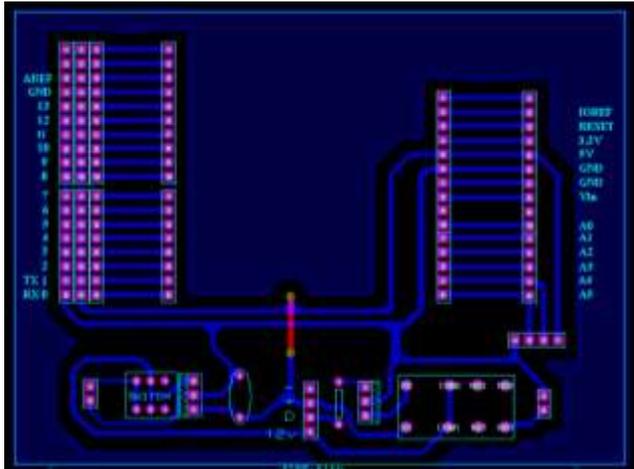
Untuk sistem kontrol otomatis yang akan digunakan memakai mikrokontroler Arduino Uno dan sensor tekanan MPX 5700AP sebagai nilai input. Nantinya tekanan yang dibaca oleh sensor ini akan diubah ke dalam satuan jarak (cm) untuk menjadi set point yang akan masuk pada mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat melakukan aksi yaitu menyalakan dan mematikan kompresor dengan memberi atau memutus tegangan. Gambar IV.23 merupakan diagram blok dari sistem kontrol yang digunakan.



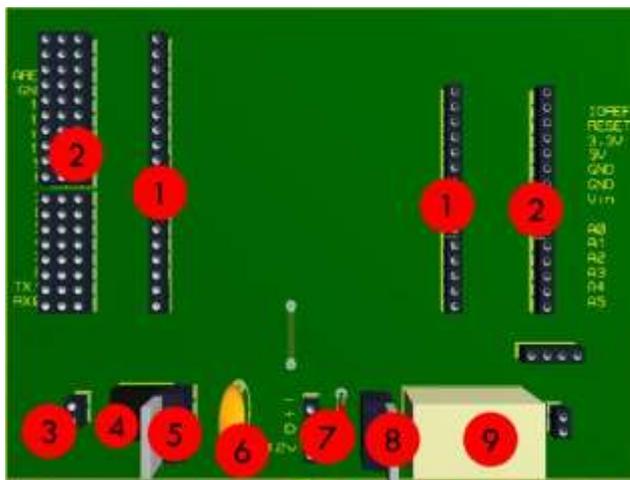
Gambar IV.23 Blok diagram sistem kontrol

Pada tahap ini desain sistem *automatic control system* akan digambar melalui software *Ares Proteus*. *Software* ini adalah *software* untuk menggambar jalur elektronik yang nantinya akan digunakan pada PCB untuk kemudian komponen elektronik bisa dipasang sesuai fungsi yang kita inginkan. Gambar IV.24 adalah

gambar jalur elektronik hasil dari penggambaran *software Ares Proteus* yang akan digunakan untuk sistem kontrol otomatis pada Tugas Akhir ini.



Gambar IV.24 Desain *board control system* tampak bawah
Sumber: dokumentasi pribadi

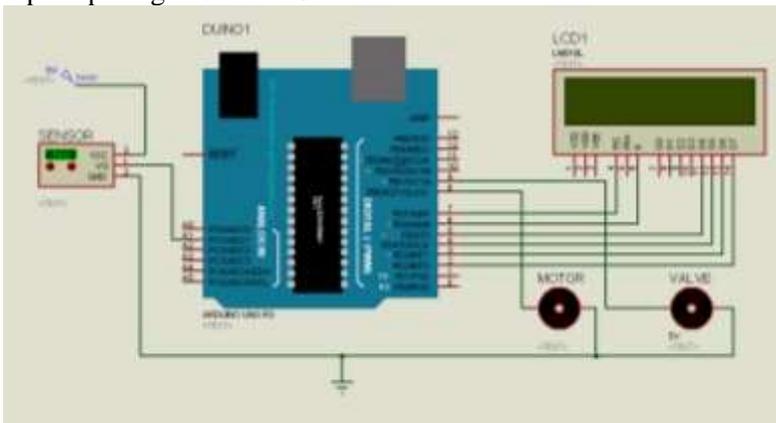


Gambar IV.25 Desain *board control system* tampak atas beserta penamaan komponen elektroniknya

Sumber: dokumentasi pribadi

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Port Arduino Uno | 6. Kapasitor |
| 2. Input/Output Arduino Uno | 7. Resistor |
| 3. Sumber Tegangan 12 V | 8. Transistor BD139 |
| 4. Switch On/Off | 9. Relay 5V |
| 5. Regulator 7805 & Heatsink | |

Gambar IV.24 adalah skema dari sistem kontrol yang siap diprint pada PCB yang nantinya akan dipasagi peralatan-peralatan elektronik lainnya untuk mendukung sistem kontrol itu sendiri seperti pada gambar IV.25.



Gambar IV.26 Desain jalur board control system-sensor-LCD

Sumber: dokumentasi pribadi

Untuk mengetahui kedalaman air, akan digunakan sensor tekanan MPX 5700AP. Sensor ini akan membaca tekanan dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan dalam setiap kedalaman. *Output* yang dihasilkan oleh sensor ini adalah data tekanan dengan satuan kPa. Nilai *output* sensor ini adalah nilai ADC yang nantinya akan dikonfersi oleh mikrokontroler pada rangkaian

board control system untuk mengetahui tingkat kedalaman air dalam satu centimeter (cm).

Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai otak dari serangkaian pemrosesan data pada rangkaian *board control system* yang mengendalikan dan menerima data *input* dari sensor yang nantinya akan ditampilkan pada layar LCD dan *outputnya* adalah mengaktifkan dan mematikan kompresor dan selenoid valve.

Dengan hanya memasukkan nilai set point pada program *control system* tersebut dan sistem tersebut akan bekerja berdasarkan set point yang sudah ditentukan. Misalnya ROV diinginkan berada pada posisi di kedalaman 50 cm, maka akan ditentukan set point 50 ke dalam program *control system* tersebut, nilai ini akan dikonfersi oleh mikrokontroler ke dalam unit tekanan dalam satuan kPa sesuai dengan data dari sensor. Nilai inilah yang nantinya akan dijadikan acuan oleh sensor. ROV akan menyelam hingga kedalaman 50 cm. Jika mikrokontroler sudah menerima data dari sensor pada kedalaman tersebut, mikrokontroler akan mengaktifkan kompresor dan selenoid valve hingga beberapa detik dan akan mati hingga ROV sudah melayang dikedalaman 50 cm.

4.3.2 Tahap Perakitan

Setelah melalui tahap desain, sistem kontrol akan memasuki tahap perakitan. Hasil desain jalur pada PCB dari software Ares Proteus akan diprint pada mika transparan lalu kemudian ditempelkan ke PCB dengan menggunakan setrika. Kemudian PCB yang sudah mempunyai jalur elektronik akan direndam kedalam laurtan feriklorid dengan maksud meluruhkan cat pada PCB dan nanti akan tercipta jalur. Setelah itu akan dilakukan pengeboran pada titik-titik dimana kaki-kaki komponen elektronik seperti regulator, transistor, relay, dan lain sebagainya akan dipasang. Pasang semua komponen elektronika pada tempatnya dan kaitkan kaki-kainya dengan jalur dengan solder agar semua rangkaian tersambung sehingga mampu menjalankan fungsinya dengan baik.



Gambar IV.27 Realisasi rangkaian automatic control system tampak atas
Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar IV.28 Realisasi rangkaian automatic control system tampak bawah
Sumber: dokumentasi pribadi

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Arduino Uno

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah Arduino Uno yang dibeli berfungsi dengan baik atau tidak. Penulis melakukan uji coba dengan menggunakan sensor sonar untuk mengukur jarak JSN SRT-04.



Gambar V.1 Pengujian fungsi Arduino Uno

Sumber: dokumentasi pribadi

Berikut merupakan *programming* untuk pengujian Arduino Uno untuk mengukur jarak

```
const int pingPin = A4;
const int inPin = A5;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  float duration;
  int jarak;
  pinMode(pingPin, OUTPUT);
  //cm = microsecondsToCentimeters(duration);
  digitalWrite(pingPin, LOW);
  delayMicroseconds(1000);
  digitalWrite(pingPin, HIGH);
  delayMicroseconds(2000);
  digitalWrite(pingPin, LOW);
```

```

    pinMode(inPin, INPUT);
    duration = pulseIn(inPin, HIGH);
    duration = (duration>34400)? 0:duration;
    jarak = duration/ 53;
    Serial.print(jarak);
    Serial.print("cm \t");
    Serial.print(duration);
    Serial.println();
    delay(100);
}
long          microsecondsToCentimeters(long
microseconds)
{
// The speed of sound is 340 m/s or 29
microseconds per centimeter.
// The ping travels out and back, so to find the
distance of the
// object we take half of the distance
travelled.
return microseconds / 29 / 2;
}

```

Dalam pengujian ini dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler Arduinon uno berfungsi dngan sangat baik.

5.2 Pengujian Sensor Tekanan MPX 5700AP

Pengujian sensor MPX 5700AP ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut berfungsi atau tidak. Selain itu data yang didapatkan melalui pengujian ini dapat dijadikan data acuan untuk melakukan kalibrasi dan mengubahnya ke dalam unit jarak dengan satuan (cm). Untuk pengujian kali ini sensor MPX 5700 AP ini diuji cobakan dengan rangkaian kontroler yang sudah jadi sebelumnya. Uji coba ini dilakukan di *flow channel workshop laboratorium Marine Machinery and Fluid (MMS)* Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.



Gambar V.2 Rangkaian *automatic control system* pada pengujian sensor MPX 5700AP

Sumber: dokumentasi pribadi

Berikut merupakan data dari hasil pengujian sensor tekanan MPX 5700AP pada setiap kedalaman.

Tabel V.1 Data hasil pengujian sensor tekanan MPX 5700AP

Kedalaman (cm)	Tekanan (kPa)
10	172
20	173
30	174
40	175
50	176
60	177
70	178
80	179

Berikut merupakan *programming* dalam pengujian sensor tekanan MPX 5700 AP

```
//BACA SENSOR ADC
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int sensorValue = analogRead(A5);
  // print out the value you read:
```

```

Serial.println(sensorValue);
delay(200);
}

```

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa sensor tekanan MPX 5700 AP berfungsi dengan sangat baik. Data yang didapat dari pengujian ini nantinya akan di masukkan *pada programming automatic control system*.

5.3 Pengujian Kompresor dan Selenoid Valve

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah kompresor dan selenoid valve berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian ini hanya menghubungkan kompresor dan selenid valve dengan sumber tegangan lalu diamati apakah kedua komponen ini berfungsi dengan baik atau tidak. Berikut adalah hasil yang didapat dari pengujian tersebut.

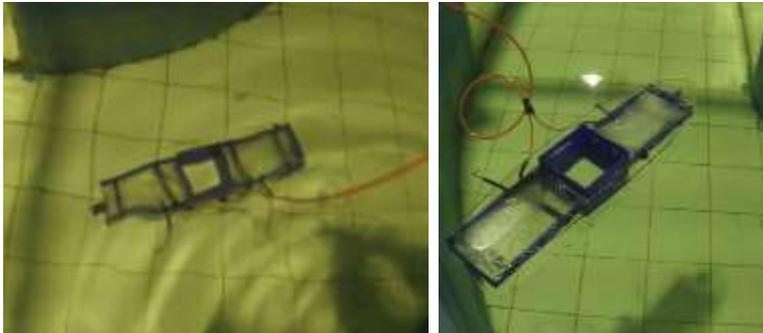
Tabel V.2 Hasil pengujian kompresor dan *selenoid valve*

Kompresor	Berfungsi
Selenoid valve	Berfungsi

5.4 Pengujian Ketidakpastian ROV

5.4.1 Pengujian Kecedapan ROV

Setelah melalui proses perakitan, *body* dari *Remotely Operated Vehicle* (ROV) harus melalui tahap pengujian kekedapannya. Pengujian kekedapan hanya dilakukan pada *electric room*. Ini sangat penting untuk dilakukan mengingat nantinya *electric room* akan digunakan sebagai tempat peletakan alat-alat yang tidak dapat terkena air karena dapat menimbulkan kerusakan seperti kompresor dan selenoid valve.



Gambar V.3 Pengujian Kecedapan ROV

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel V.3 Tabel hasil uji kekedapan body ROV

UJI COBA	METODE	HASIL
1	Ditutup biasa	Bocor
2	Diberikan <i>seal</i> karet	Bocor
3	Diberikan <i>double tape</i> busa + <i>seal</i> karet	Bocor
4	Diberikan <i>double tape</i> busa + selotip hitam + lem tembak	Kedap

5.4.2 Pengujian Automatic Ballasting Control System pada ROV

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sinkronisasi antara rangkaian *automatic control system* yang sudah dilakukan *programming* dengan kompresor dan *solenoid valve* serta *body* ROV itu sendiri. Pengujian ini akan memperhatikan pembacaan sensor tekanan MPX 5700AP dan juga aktifasi kompresor dan *solenoid valve* sebagai output dari *automatic control system* ini. Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa nilai set point pada *automatic control system* dan selanjutnya akan diamati pembacaan sensor, posisi dari ROV dan waktu tempuh ROV dalam mencapai posisi set point tersebut.

Dalam pengujian ini akan dilakukan dalam dua keadaan yaitu keadaan pertama adalah dari atas (ROV mengapung) dan keadaan kedua adalah dari bawah (ROV tenggelam pada dasar). Nilai set point yang akan dimasukkan yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm pada keadaan pertama dan sebaliknya pada keadaan kedua. Berikut merupakan tabel hasil dari pengujian pada keadaan pertama.

Tabel V.4 Hasil Pengujian Keadaan 1

Posisi Awal (cm)	Set Point (cm)	Posisi Akhir 1 (cm)	Tekanan (kPa)	Waktu (s)	Error
0	20	24	173	3,1	20,0%
0	40	39	175	5,9	-2,5%
0	60	62	177	8,5	3,3%
0	80	80	179	11,2	0,0%

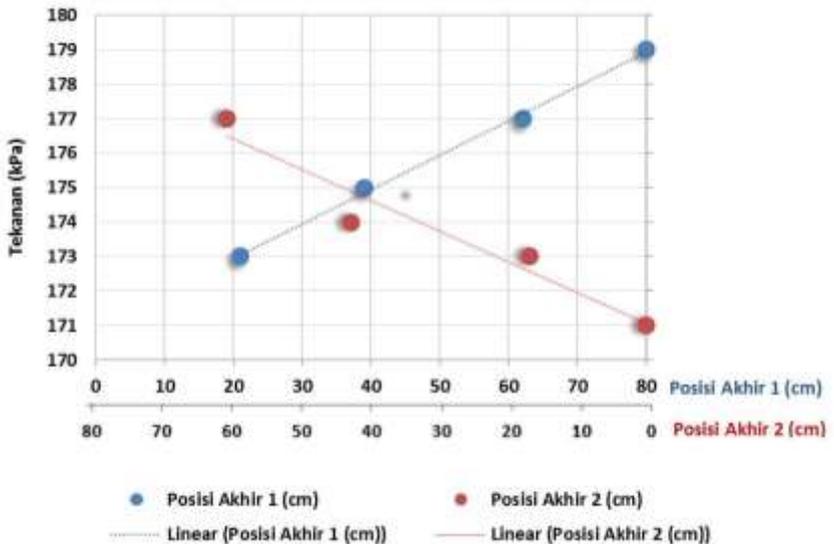
Tabel V.5 Hasil Pengujian Keadaan 2

Posisi Awal (cm)	Set Point (cm)	Posisi Akhir 2 (cm)	Tekanan (kPa)	Waktu (s)	Error
80	60	61	177	4,16	1,7%
80	40	35	174	7,6	-12,5%
80	20	17	173	10,9	-15,0%
80	0	0	171	14,1	0,0%

Pada kedua tabel tersebut ditemukan selisih nilai antara set pont dan posisi akhir. Selisih ini adalah nilai *error* dari sensor yang digunakan. Pada percobaan keadaan pertama (tabel 5.4) *error* yang terjadi berturut-turut dari perocabaan 1-4 adalah 20.0%, -12,5%, -15% dan 0% dan mempunyai rata-rata sebesar 5.2%. Pada percobaan keadaan kedua (tabel 5.5) *error* yang terjadi berturut-turut dari percobaan 1-4 adalah 1.7%, -12.5%, 15.0% dan 0.0% dan mempunyai rata-rata 6.5%. Rata-rata *error* keadaan ke dua lebih besar daripda keadaan pertama, artinya kesalahan pembacaan sensor lebih banyak terjadi ketika ROV

bergerak ke permukaan dari pada ketika ROV menyelam. Hal ini dikarenakan ROV ini menyelam karena berat dari ROV lebih besar dari pada gaya apung yang diterima oleh ROV, sehingga ketika menyelam ROV hanya memiliki sedikit hambatan. Namun ketika bergerak ke permukaan ROV harus melawan berat dari ROV sehingga membutuhkan gaya yang lebih besar dan waktu yang lebih lama.

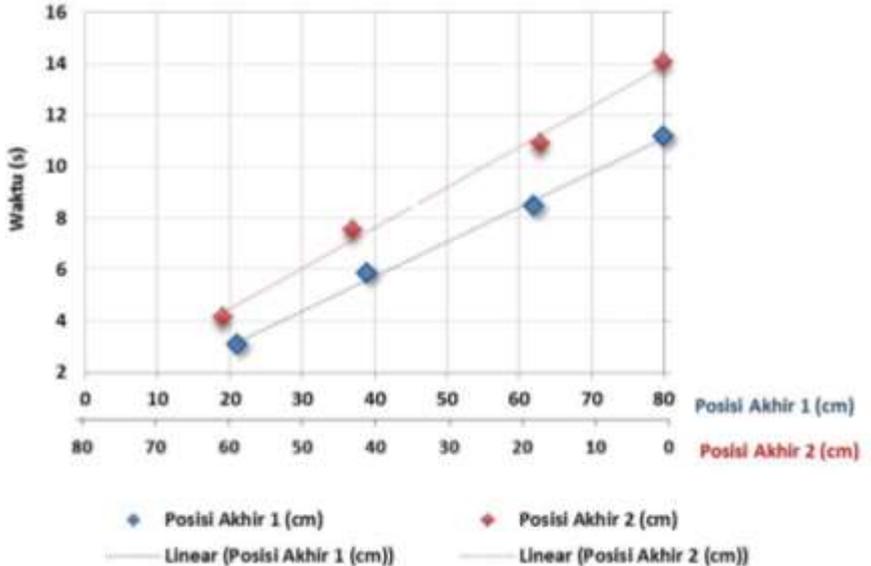
Berikut merupakan grafik antara posisi akhir-tekanan dan grafik antara posisi akhir-waktu.



Gambar V.4 Grafik tekanan – posisi akhir

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa baik grafik pada percobaan keadaan pertama maupun kedua dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin dalam posisi ROV maka tekanan akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin dekat ke permukaan maka tekanannya akan semakin kecil. Hal ini sejalan dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang dialami oleh suatu benda di dalam air berbanding lurus dengan kedalaman benda tersebut.

Semakin dalam posisi suatu benda di dalam air maka tekanan yang di alami benda tersebut juga akan semakin besar.



Gambar V.5 Grafik waktu – posisi akhir

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa semakin jauh posisi akhir ROV dari hasil proses kerja *automatic control system* maka waktu yang dibutuhkan juga semakin banyak. Pada percobaan keadaan pertama, posisi terdekat dari hasil proses kerja *automatic control system* adalah 24 cm dan posisi terjauh adalah 80 cm dengan acuan ROV bergerak dari permukaan air dan dengan waktu tempuh berturut-turut adalah 3.1 dan 11.2 detik. Sedangkan pada percobaan keadaan kedua, posisi terdekat dari hasil proses kerja *automatic control system* adalah 61 cm dan posisi terjauh adalah 0 cm dengan acuan ROV bergerak dari dasar air dan dengan waktu tempuh berturut-turut adalah 4.16 dan 14.1 detik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Desain ROV yang dibuat belum dapat dikatakan layak karena stabilitas ROV masih kurang baik dan penggunaan akrilik sebagai *body* ROV tidak efektif karena harus melewati banyak proses seperti plot gambar, pemotongan, pengeleman serta pengaturan kekedapan yang rumit.
2. Dengan adanya *automatic control system* pada sistem ballas tersebut menjadikan desain elektronika dari ROV menjadi lebih ramping dan kontrolnya lebih mudah.
3. Error posisi ROV dari set point yang telah ditentukan saat melakukan penyelaman memiliki nilai rata-rata 5.2 % dan ketika kembali ke permukaan memiliki nilai rata-rata 6.5%.
4. Waktu yang diperlukan ROV dengan massa 5 kg untuk menyelam pada titik terjauh yaitu 0-80 cm adalah 11.17 dan waktu yang diperlukan untuk kembali ke permukaan dari kedalaman 80 cm adalah 14.07 s.
5. Perencanaan tanki ballas dengan tipe udara bertekanan (kompresor) yang menggunakan kantong udara dari manset tensimeter hanya mampu menampung tekanan maksimal 1 bar.

6.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang sistem ballas pada ROV maupun *automatic control system* nya. Ada beberapa poin yang penulis tekankan yaitu melakukan penelitian untuk membandingkan tipe tipe dari sistem ballas pada ROV dan penelitian untuk menggunakan sensor sonar sebagai input dari *automatic control system* serta melakukan analisa respon kontrol system tersebut menggunakan software Matlab.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, Y., dkk. 2012. Rancang Bangun Sistem *Ballasy* Pada ROV (*Remotely Underwater Vehicle*). Jurnal Sains dan Teknologi
- Christ, R. D. dan Robert L Wernli Sr. 2007. *The ROV Manual : A User Guide for Observation-Class Remotely Operated Vehicle*. Elsevier Ltd. Oxford.
- E. Kelner, P.E., Letton-Hall Group. 2012. *An ROV-Deployed Deepwater Subsea Sampling System*. Offshore Technology Conference (OCT 23412).
- Enfang, S., Ji Xiangchun, An Yan, Zhao Jingyi. 2005. *Design and Implementation of Sonars for Underwater Inspection with ROV*. Proceedings of ACOUSTICS 9-11 November 2005, Busselton, Western Australia, pp.491-493.
- Gitakama, M. S, dkk. 2014. Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis ROV. Jurnal Sains dan Teknologi. Vol. 3, No. 2.
- Hadiyanto, Rifan. 2015. *Pengendalian Valve pada Prototype Compressed Air Energy Storage System dengan Menggunakan Fuzzy Logic Controller*. Universitas Jember. Jember.
- Halim, S. 2007. *Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Hoong, C. Y. 2010. *Development of A Computer Controlled Remotely Operated Underwater Vehicle*. Universiti Teknologi Malaysia. Kuala Lumpur.
- Koli, M. Abdul Hamid, dkk. 2015. Rancang Bangun Robot Bawah Air Mini ROV (*Remotely Operated Vehicles*) Berbasis Mikokontroler ATMega16. Jurnal Sains dan Teknologi.

Kusuma, Holanda A. 2012. Rancang Bangun Mini *Remotely Operated Vehicle* (ROV) untuk eksplorasi bawah air. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Mooney, Jr., J.B “Brad”, et al. 1996. *Under Sea Vehicle and National Needs*. Washington, DC: National Academy Press.

Norsok Standard. 2003. *Remotely Operated Vehicle (ROV) Services*. Diunduh dari <http://www.standard.no/PageFiles/978/U-102r1.pdf>.

Wang, Chen, Chase and Hann. 2007. *Design of Low-Cost Unmanned Underwater Vehicle for Shallow Waters*. University of Canterbury. New Zealand.

Winardi, Slamet. 2016. Buku Petunjuk Praktikum Mikrokontroler. Universitas Narotama. Surabaya.

<http://slametwinardi.dosen.narotama.ac.id/files/2016/03/buku-petunjuk-praktikum-mikrokontroler.pdf>. [diunduh pada 20 Juni 2016]

<http://www.intoceansys.co.uk/articles/detail.php?iss=0000000040&acl=0000000341> [diunduh pada 20 Juni 2016]

<http://oceanservice.noaa.gov/facts/auv-rov.html> [diunduh pada 20 Juni 2016]

http://www.videoray.com/download/documentation/v1_7_0/html/pro4/equip_rov.html [diunduh pada 20 Juni 2016]

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgzaoAG/rov-manual-book?part=2> [diunduh pada 20 Juni 2016]

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgzaoAG/rov-manual-book?part=2> [diunduh pada 20 Juni 2016]

<http://www.rc-sub.com/resources/index.php5> [diunduh pada 21 Juni 2016]

<http://www.rc-sub.com/resources/index.php5> [diunduh pada 21 Juni 2016]

www.arduino.cc/en/Main/Boards [diunduh pada 21 Juni 2016]

<http://potentiallabs.com/cart/7805-voltage-regulator> [diunduh pada 21 Juni 2016]

http://worldcnc.co.za/index.php?route=product/product&product_id=264 [diunduh pada 21 Juni 2016]

<http://www.robotpark.com/BD139-NPN-Transistor-En> [diunduh pada 21 Juni 2016]

<http://komponelektronika.biz/pengertian-kapasitor.html> [diunduh pada 21 Juni 2016]

<http://www.allspectrum.com/store/relay-5v-dpdt-pcb-mount-sealed-2a-30v-dc-06a-125v-ac-06a-110v-dc-aromat-panasonic-pi-1321.html> [diunduh pada 21 Juni 2016]

www.tokopedia.com/nano-tech/tact-switch-biru-7x7-mm-6-kaki-saklar-tekan-on-off [diunduh pada 21 Juni 2016]



PACKAGE DIMENSIONS

NOTES:

1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONS AND TOLERANCES PER ASME Y14.5M-1994.
3. 867B-01 THRU -3 OBSOLETE, NEW STANDARD 867B-04.

STYLE 1:

PIN 1: V OUT
 2: GROUND
 3: VCC
 4: V1
 5: V2
 6: V EX

© FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE	PRINT VERSION NOT TO SCALE	
TITLE: SENSOR, 6 LEAD UNIBODY CELL, AP & GP 01ASB09087B	DOCUMENT NO: 98ASB42796B	REV: G	
	CASE NUMBER: 867B-04	28 JUL 2005	
	STANDARD: NON-JEDEC		

PAGE 2 OF 2

CASE 867B-04
 ISSUE G
 PRESSURE SIDE PORTED (AP, GP)

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Data Sheet Sensor Tekanan MPX 5700AP



Freescale Semiconductor
Data Sheet: Technical Data

Pressure
MPX5700
Rev 10, 10/2012

Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated

The MPX5700 series piezoresistive transducer is a state-of-the-art monolithic silicon pressure sensor designed for a wide range of applications, but particularly those employing a microcontroller or microprocessor with A/D inputs. This patented, single element transducer combines advanced micromachining techniques, thin-film metallization, and bipolar processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to the applied pressure.

Features

- 2.5% Maximum Error over 0° to 85°C
- Ideally Suited for Microprocessor or Microcontroller-Based Systems
- Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations
- Patented Silicon Shear Stress Strain Gauge
- Durable Epoxy Unibody Element

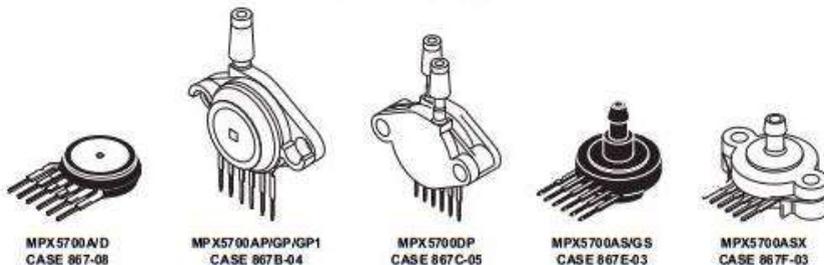
MPX5700 Series

0 to 700 kPa (0 to 101.5 psi)
15 to 700 kPa (2.18 to 101.5 psi)
0.2 to 4.7 V Output

ORDERING INFORMATION								
Device Name	Case No.	# of Ports			Pressure Type			Device Name
		None	Single	Dual	Gauge	Differential	Absolute	
Unibody Package (MPX5700 Series)								
MPX5700A	867	*					*	MPX5700A
MPX5700AP	867B		*				*	MPX5700AP
MPX5700AS	867E		*				*	MPX5700A
MPX5700ASX	867F		*				*	MPX5700A
MPX5700D	867	*				*		MPX5700D
MPX5700DP	867C			*		*		MPX5700DP
MPX5700GP	867B		*		*			MPX5700GP
MPX5700GP1 ⁽¹⁾	867B		*		*			MPX5700GP
MPX5700GS	867E		*		*			MPX5700D

1. MPX5700GP1 has 90 degree lead form.

UNIBODY PACKAGES



Operating Characteristics

Table 1. Operating Characteristics ($V_S = 5.0$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted, $P_1 > P_2$. Decoupling circuit shown in required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
Pressure Range ⁽¹⁾	Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	P_{CP} 0 15	— —	700 700	kPa	
Supply Voltage ⁽²⁾		V_S	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current		I_O	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset ⁽³⁾	Gauge, Differential (0 to 85°C) Absolute (0 to 85°C)	V_{off}	0.088 0.184	0.2 —	0.313 0.409	Vdc
Full Scale Output ⁽⁴⁾	(0 to 85°C)	V_{FSO}	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span ⁽⁵⁾	(0 to 85°C)	V_{FSS}	—	4.5	—	Vdc
Accuracy ⁽⁶⁾	(0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	% V_{FSS}
Sensitivity		V/P	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁷⁾		t_R	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output		I_{O-}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁸⁾		—	—	20	—	ms

1. 1.0 kPa (kilopascal) equals 0.145 psi.

2. Device is isohletic within this specified excitation range.

3. Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.

4. Full Scale Output (V_{FSO}) is defined as the output voltage at the maximum or full rated pressure.

5. Full Scale Span (V_{FSS}) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.

6. Accuracy (error budget) consists of the following:

Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure over the specified pressure range.

Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.

Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25°C.

TcSpan: Output deviation over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C.

TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C.

Variation from Nominal: The variation from nominal values, for Offset or Full Scale Span, as a percent of V_{FSS} , at 25°C.

7. Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.

8. Warm-up Time is defined as the time required for the device to meet the specified output voltage after the pressure has been stabilized.

Maximum Ratings

Table 2. Maximum Ratings⁽¹⁾

Parameter	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure ⁽²⁾ ($P_2 \leq 1$ Atmosphere)	P_{1max}	2800	kPa
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +125	°C
Operating Temperature	T_A	-40 to +125	°C

1. Maximum Ratings apply to Case 867 only. Extended exposure at the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

2. This sensor is designed for applications where P_1 is always greater than, or equal to P_2 . P_2 maximum is 500 kPa.

Figure 1 shows a block diagram of the internal circuitry integrated on a pressure sensor chip.

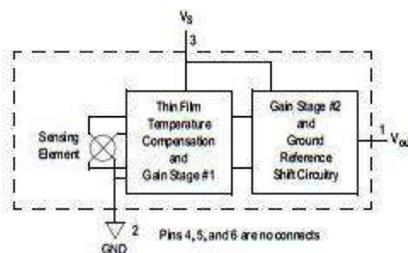


Figure 1. Fully Integrated Pressure Sensor Schematic

On-chip Temperature Compensation and Calibration

Figure 3 illustrates both the Differential/Gauge and the Absolute Sensing Chip in the basic chip carrier (Case 867). A fluorosilicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the sensor diaphragm. (For use of the MPX5700D in a high-pressure cyclic application, consult the factory.)

The MPX5700 series pressure sensor operating characteristics, and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media, other than dry air, may have adverse effects on sensor

performance and long-term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

Figure 2 shows the sensor output signal relative to pressure input. Typical, minimum, and maximum output curves are shown for operation over a temperature range of 0° to 85°C using the decoupling circuit shown in . The output will saturate outside of the specified pressure range.

shows the recommended decoupling circuit for interfacing the output of the integrated sensor to the A/D input of a microprocessor or microcontroller. Proper decoupling of the power supply is recommended.

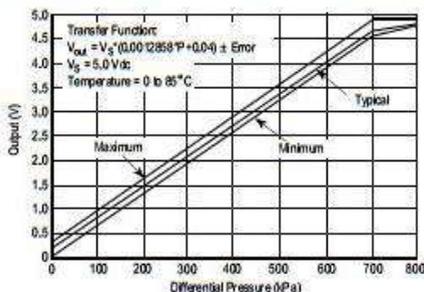


Figure 2. Output vs. Pressure Differential

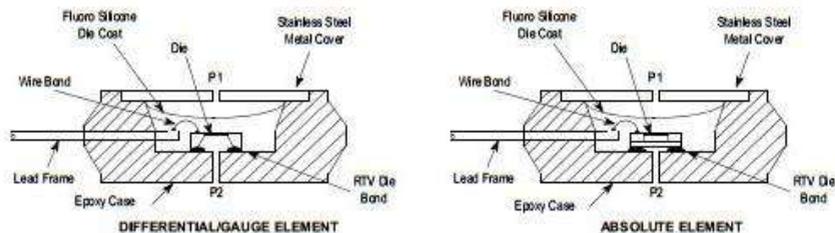


Figure 3. Cross-Sectional Diagrams (not to scale)

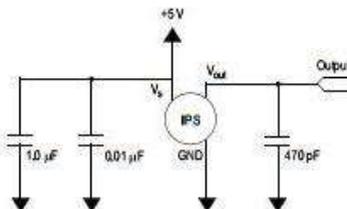


Figure 4. Recommended Power Supply Decoupling and Output Filtering (For additional output filtering, please refer to Application Note AN1646)



PRESSURE (P1)/VACUUM (P2) SIDE IDENTIFICATION TABLE

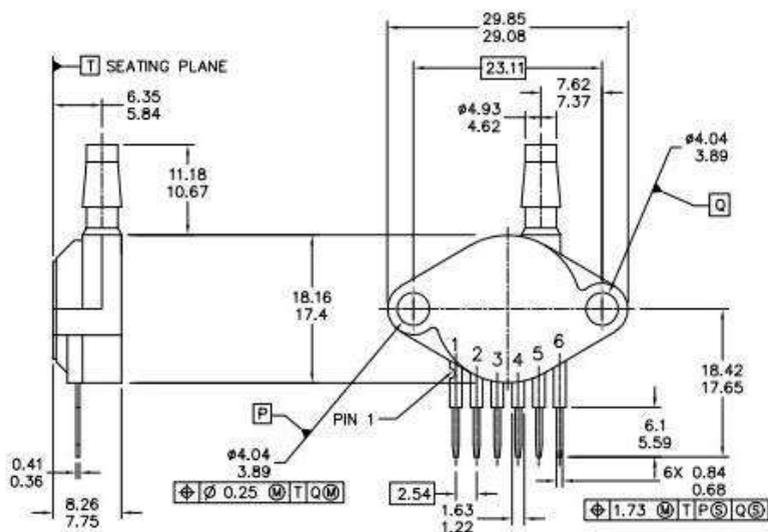
Freescale designates the two sides of the pressure sensor as the Pressure (P1) side and the Vacuum (P2) side. The Pressure (P1) side is the side containing fluorosilicone gel which protects the die from harsh media. The Freescale MPX

pressure sensor is designed to operate with positive differential pressure applied, $P1 > P2$.

The Pressure (P1) side may be identified by using the following table.

Part Number	Case Type	Pressure (P1) Side Identifier
MPX5700AD	867	Stainless Steel Cap
MPX5700DP	867C	Side with Part Marking
MPX5700GPIAP	867B	Side with Port Attached
MPX5700GSI/AS	867E	Side with Port Attached
MPX5700ASX	867F	Side with Port Attached

PACKAGE DIMENSIONS

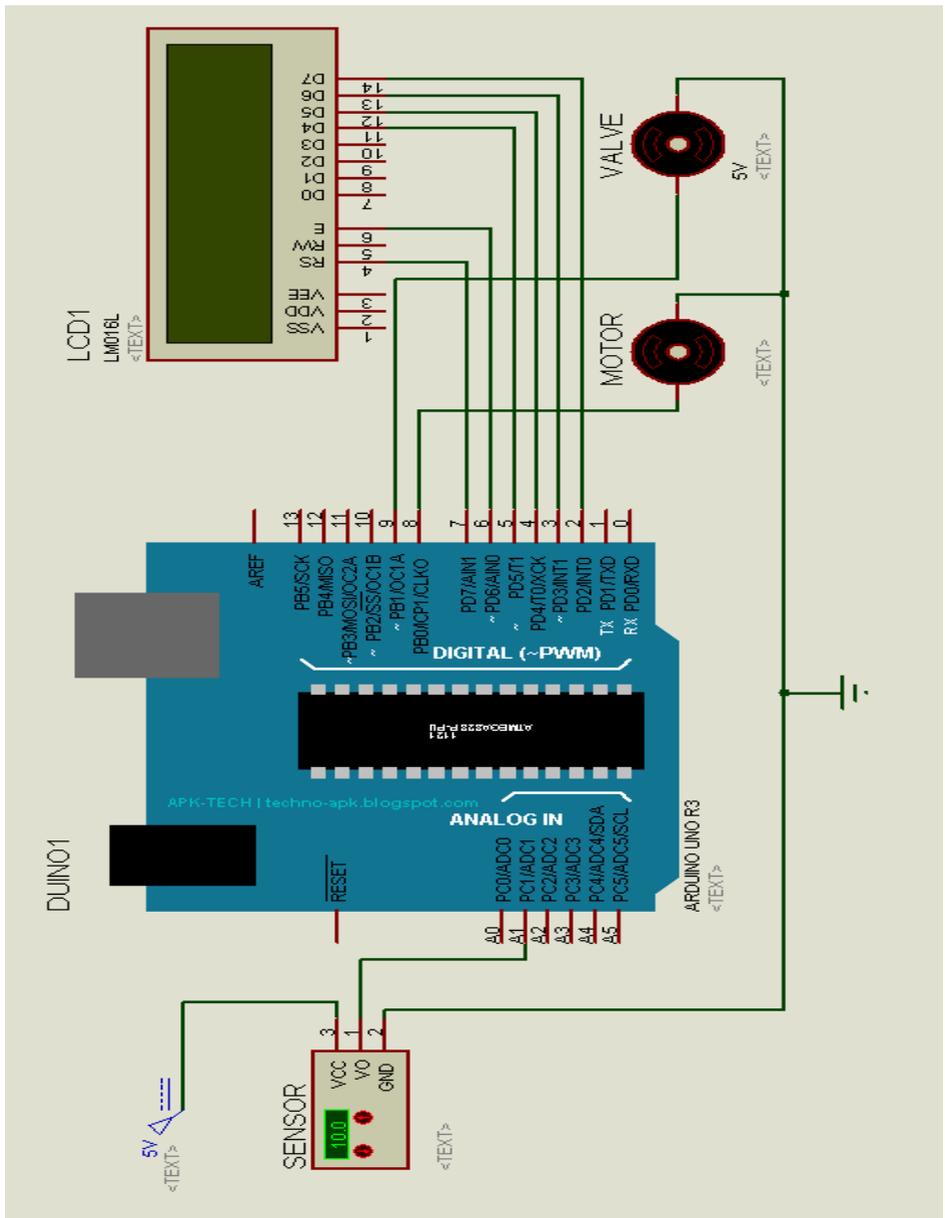


FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE	PRINT VERSION NOT TO SCALE	
TITLE: SENSOR, 6 LEAD UNIBODY CELL, AP & GP 01ASB09087B		DOCUMENT NO: 98ASB42796B	REV: G
		CASE NUMBER: 867B-04	28 JUL 2005
		STANDARD: NON-JEDEC	

PAGE 1 OF 2

CASE 867B-04
ISSUE G
PRESSURE SIDE PORTED (AP, GP)

Lampiran 2. Skema Automatic Control System Board



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur pada tanggal 17 Mei 1993. Merupakan anak ke-tiga dari empat bersaudara. Alumni SDN 1 Baureno, SMP N 1 Baureno, dan SMA N 1 Sumberrejo. Setelah itu penulis melanjutkan studi Strata 1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS melalui jalur penerimaan SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan mengambil konsentrasi bidang keahlian *Marine Machinery and System* (MMS). Selama perkuliahan penulis juga aktif dalam organisasi diantaranya Himpunan Mahasiswa Sistem Perkapalan (HIMASISKAL) sebagai staf departemen Minat Bakat dan di tahun selanjutnya sebagai salah satu panitia dalam orientasi mahasiswa yaitu *Steering Committee*, serta di kegiatan ekstrakurikuler penulis aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Sepak Bola, selain itu aktif sebagai member di Laboratorium *Marine Machinery and System*. Selama menempuh perkuliahan penulis juga pernah meraih prestasi, diantaranya *Best Prototype* pada Festival Maritim yang diadakan Universitas Diponegoro pada tahun 2013, dan mendapat beasiswa Paguyuban Karya Salemba Empat (KSE) selama dua tahun dan beasiswa PPA dari dikti. Selain itu penulis juga pernah melakukan kerja praktek di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya dan PT. Petrokimia Gresik.

e- mail: mishbahulmuhammad@gmail.com

1. Membuat sistem ballas yang baik dengan menggunakan kompresor pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV).
2. Membuat automatic ballasting system control untuk sistem ballas dengan menggunakan kompresor pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV).
3. Membuat *prototype Remotely Operated Vehicle* (ROV).

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Adanya *automatic ballasting system control* pada ROV akan menambah teknologi baru pada ROV dan memudahkan operator untuk mengatur posisi kedalaman ROV dalam melakukan misinya.
2. Dengan menggunakan ballas sistem tipe kompresor atau dengan media udara akan memberikan perbandingan secara teknis dengan tipe tipe ballas sistem yang lain.